

البناء بالفولاذ والتنمية المستدامة، التحديات والآفاق

أ.د. قنفوذ محمد و فداوي فاطمة

مدير مخبر الهندسة المدنية، جامعة قالة الجزائر

Gue2905m@yahoo.fr

ملخص

لقد قرأنا مؤخرا معلومات مثيرة للقلق لها علاقة بتأثير مواد البناء على التنمية المستدامة. إن جريدة لومند (Monde Le) الفرنسية كتبت في مقال لها بتاريخ ١٤ أكتوبر ٢٠٠٨ بعنوان « المصارعة الجديدة بين الفولاذ والخرسانة» ما نصه: « أن محتوى الفولاذ من الطاقة الرمادية أكبر بـ ٢٥ مرة من الذي تحتويه الخرسانة أو الخشب». وبتاريخ ٢٨ أكتوبر ٢٠٠٨، في مقال بعنوان « (لافارج) LA FARGE تعطي الكلمة للمهندسين المعماريين»، يشير إلى أن « إنتاج الخرسانة يستهلك ٤٣ مرة أقل من استهلاك الفولاذ للطاقة». ففي كلتا الوثيقتين، المنطق المستعمل ناقص ولا يعكس الحقيقة. إذا فالاستنتاج الذي يخرج به القارئ خاطئ. لذا فإننا نريد بواسطة هذا المقال رد الأمور إلى نصابها عبر تحليل موضوعي هادف.



١. المقدمة :

السؤال الذي يطرح نفسه، هو معرفة ما إذا كان استعمال مادة بناء ما يوفر أفضلية (ميزة) بيئية حاسمة بالنسبة للمواد الأخرى. إن الأرقام المذكورة، في الصحف، تشير إلى أن استهلاك الطاقة هو 43 MJ لـ ١ كغ من الفولاذ و 1 MJ لـ ١ كغ من الخرسانة. إن هذه القيم قيست في مرحلة إنتاج المادة المعنية فقط. زيادة على ذلك، فإن هذه البيانات (المعطيات) غير متطابقة أو لا تتفق مع تلك التي تقدمها الجمعية العالمية للصلب التي تجمع بيانات (معطيات) جميع أعضاء الصلب العالمي، والتي تنصص على أن إجمالي الطاقة الأولية لإنتاج الفولاذ هي 21 MJ/Kg. نعلم أيضاً أن في بناء ما لا تنتج نفس الشيء بـ ١ كغ فولاذ و بـ ١ كغ خرسانة، ونعلم أيضاً أنه لا توجد خرسانة مسلحة بدون حديد تسليح (فولاذ). لننطلق بعملية حسابية بسيطة، لنبين أنه من أجل دعم نفس الحمولة في عمارة مكاتب، فإن العارضة (الرافدة) اللازمة من الفولاذ ذات طول ٦ م تزن ٢٩٠ كغ بينما تزن العارضة اللازمة من الخرسانة المسلحة تزن ١٧٩٠ كغ. نستخلص من هذا الحساب البسيط نتيجتين :

- أن حل الخرسانة يستلزم كتلة كلية تكافئ ٦ أضعاف كتلة حل الفولاذ للوصول إلى خصائص متكافئة.
- إن كتلة حديد التسليح الموجود في رافدة (عارضة) الخرسانة المسلحة تكافئ ١٠٪ كتلة الرافدة الحديدية ذات الميزات المتكافئة.

٢. إجمالي الطاقة الأولية ، إنبعاثات CO2 والفولاذ :

إن صانعي الحديد يجتمعون في الجمعية العالمية للفولاذ، ويشتركون في الكثير من المعلومات. فلقد طوروا بيانات ذات مغزى لمصانع الصلب العالمي:

- أن إجمالي الطاقة الأولية لإنتاج ١ كغ من الفولاذ هي 21 MJ/Kg
- أن كمية غاز ثاني أكسيد الكربون المنبعثة هي ١،٢٥ كغ لـ ١ كغ من الفولاذ المنتج.
- وتجدر الإشارة إلى أن صناعة الصلب العالمية قد خفضت بـ ٣٠٪ من استهلاكها للطاقة ومن إنبعاثات ثاني أكسيد الكربون خلال الثلاثين السنة الماضية. كما أنه منذ سنة ١٩٩٠، ورغم زيادة حجم إنتاج الفولاذ، فإنها (أي صناعة الصلب) قد خفضت بـ ١٨٪ إنبعاثات الغازات الدفيئة.

٣. حساب كتلة روافد عمارة مكاتب وحساب إجمالي الطاقة الأولية اللازمة لصناعتها

(أي الروافد) [٨]، [٩] :

المقارنة بين منتجين (مادتين) لا تكون لها معنى إلا إذا كان هذين المنتجين يؤديان نفس الوظيفة وبتطابق في الأداء. لحساب كتلة الحزم (الروافد) الفولاذية أو المصنوعة من الخرسانة في تنفيذ بناء عمارة مكاتب، فقد اعتمدنا على الفرضيات التالية:

- المدى ٦ م ، الطول ما بين المحاور ٥،٤٠ م - حساب ستاتيكي
- سطح من الخرسانة بسمك ١٦ سم مع جسم فارغ بوزن ٣٣٠ دان/م^٢
- سقف معلق ١٥ دان/م^٢

- تغطية أرضية ١٠ دان/م^٢

- الحمولة الزائدة ٢٥٠ دان/م^٢ (الكود الأوربي ٢)

- حدود الأسهم حسب الكود الأوربي ٢ و ٣

١,٣ حسابات ما قبل ضبط الأبعاد : [٨]، [٩]

- في حالة استعمال الفولاذ (S355)، حزم IPE330 ذات حجم ٠,٠٤ م^٣ والتي تزن ٢٩٥ كغ،

- في حالة استعمال الخرسانة المسلحة، بحزم مستطيلة ٢٠X٤٠ مسلحة بنسبة ١٪، تزن ١٧٩٠ كغ (١٧٣٠ كغ خرسانة و ٦٠ كغ حديد تسليح).

إن أوراق البيانات البيئية والصحية للحزم الخرسانية والفولاذية تعطي إجمالي الطاقة الأولية السنوية المعادلة للوحدة الوظيفية المأخوذة بعين الاعتبار. لاستكمال الحجة، يكفي الحساب بالنسبة للكتل المدرجة سالفًا.

في حالة الخرسانة الموضوعية ذاتيا، فإن إجمالي الطاقة الأولية المستهلكة بالنسبة للحزمة (الرافدة) ذات الطول ٦ م هي MJ25،42 و MJ21،42 بالنسبة للخرسانة (XF1 C25/30 CEMII) هي خرسانة مجهزة للاستعمال، CEM II نوعية الإسمنت المستعمل في هذه الخرسانة، 30/C25 مقاومة هذه الخرسانة) و MJ63،13 بالنسبة للحزمة الفولاذية.

٢,٣ تدقيق (تعميق) التفكير المنطقي باستعمال بيانات لا جدال فيها

إن الخطة الوطنية الحكومية للصحة الوطنية الموقعة سنة ٢٠٠٤ تطالب من المصنعين تحضير صحائف البيانات البيئية والصحية (المعروفة بالاختصار الفرنسي FDES) ولنختصرها عرييا ب: ص ب ب ص.

لنأخذ أرقام ص ب ب ص للخرسانة والفولاذ [١]، فإن الحساب يوضح أن إجمالي الطاقة الأولية المنفقة لحزمة عمارة مكاتب من الفولاذ هي ٣ أضعاف الطاقة المنفقة في حالة استعمال حزم خرسانية. بالنسبة لإنبعاثات غاز الفحم (ثاني أكسيد الفحم) فإن النسبة هي نحو ١,٥.

أخيرا إذا استعملنا أداة وكالة البيئة والتحكم الطاقوي المعروفة بالاختصار ADEME، فإن عامل الانبعاث (équivalent C kg) بالنسبة للحديد هو ٢ أضعاف عامل الانبعاث الخاص بالخرسانة المسلحة [٢]. لو أخذنا كمثال أروقة قاعة صناعية، فإنه يلزمنا ٦ إلى ٨ مرات حديد أقل مما يلزمنا من الخرسانة. في هذه الحالة فإن النتيجة ستعكس وستصبح لفائدة الفولاذ. نحن بعيدين عن الأرقام ٢٥ و ٤٣ المذكورة في الصحافة والتي هي استعجال في التفكير. زيادة على ذلك، فإن المنهج العلمي يبين وجود تكافؤ في الأداء البيئي بالنسبة لهيكل كامل بين الخرسانة والفولاذ. إننا هنا لا نتعرض إلى الميزات الخاصة للبناءات الحديدية: سرعة تنفيذ ورشات البناء، تخصص جاف، انخفاض في الضوضاء وغيرها [٢]، [٤]

٤. صحائف البيانات البيئية والصحية FDES

هذه الصحائف تعطي، بالنسبة لمنتج بناء ما، معلومات تخص سماته البيئية والصحية، وهذا بالنسبة لجميع مراحل حياة المنتج (من الإنتاج إلى إعادة التدوير، من جانب النقل إلى الورشة والحياة العملية للمنتج). عشرة آثار بيئية تم اعتمادها، من بينها استهلاك موارد الطاقة، استهلاك المياه، النفايات، تغيير المناخ، تلوث المياه، تلوث



الهواء... تتضمن هذه الصحائف معلومات موثقة عن منتجات البناء، وهي مجمعة في قاعدة بيانات رسمية [١]. بالنسبة للمنتجات الفولاذية، ٥ (ص ب ب ص) صحائف موجودة الآن، وهي خاصة بـ :

- الكسوة الفولاذية وحيدة الجلد،
- صينية الكسوة الفولاذية،
- دعم الكتامة الفولاذي،
- الغطاء الفولاذي وحيد الجلد،
- الحزم الفولاذية.

٥. ما سيحدث خلال دورة حياة بناء

إن مدة استعمال بناية ما طويلة (تسمى الحياة العملية في الوثائق الرسمية)، وتقدر بمائة سنة في جميع المناهج (خاصة في ص ب ب ص ب ص ل مواد البناء). خلال هذه الفترة فإن البناية ستدفع، ستضأ وستهوى... من الناحية البيئية، وفي المدى المتوسط، فإن البنائات لا ينبغي لها أن تستهلك أكثر من 50 m²/kWh. لننظر في مثال عمارة المكاتب، ولنفترض أن مساحتها ٥٠٠٠ م^٢، فإن هذه البناية تستهلك 900000 An/MJ. نلاحظ أن هذا الرقم منخفضا بصفة خاصة ويحقق الهدف الذي وضعته الحكومة. لإنتاج وبناء هذه العمارة من مادة الفولاذ (بكتلة ٢٥٠ طن) يلزمنا 53390 An/MJ من إجمالي الطاقة الأولية. هذا الرقم هو ١٧ مرة أقل من الطاقة اللازمة لتدفئته ولإضاءته. هذا يناسب كثيرا أهمية أثر اختيار مواد البناء لبناء أصلي. إذا فالتحدي الحقيقي للبيئة يكمن في تصميم المبنى ليكون أكثر اقتصادا للطاقة خلال اشتغاله. إنه من المؤكد الآن أن إنتاج الفولاذ يستهلك اليوم إجمالي طاقة أولية أكبر من إنتاج الخرسانة، ولكن تقدم صناعة الحديد والصلب تقل كل يوم الفجوة. لنذكر أن كمية انبعاث ثاني أكسيد الفحم متماثلة بالنسبة للمادتين.

٦. أداة تقييم توازن الفحم V4 de l'ADEME

إن هذه الأداة ليس الغرض منها هو سياق مقارنات يمكن أن تقدم تقييم للإنبعاثات الغازية الدفيئة في إطار محيط عمل محدد. كما أن هذه الأداة تتيح تحويل إلى كغ مكافئ الفحم للعناصر اللازمة لصيرورة هذا النشاط. في حالة مواد البناء، فإن معاملات الانبعاث (التي تسمح بتحويل مشترك) المذكورة في الإصدار الرابع لهذه الأداة، هي كالتالي:

- للفولاذ : ٣٠٠ كغ مكافئ فحم (C équivalent kg).

- للخرسانة المسلحة ١٠٠ كغ مكافئ فحم (C équivalent kg).

في حالة قاعة صناعية متواضعة الحجم، فإن تحديد نوعية رواق الأعمدة وفقا لحالتي الارتفاع والمدى تبين أن كتلة رواق الخرسانة (عمودين + عارضة) يمثل ٧ أضعاف كتلة نفس الرواق الفولاذية المدفنة. وهذا يأخذنا إلى إجراء تقييم لإنبعاثات ثاني أكسيد الفحم، ذي الصلة الوحيدة بالمنتج، فهي بالنسبة للفولاذ أقل بـ ٢,٨ مرة منها في حالة الخرسانة المسلحة. ولكن كما بينا ذلك، في إطار التنفيذ، توجد هناك تماثلة في الحلول الإنشائية بين الفولاذ والخرسانة المسلحة. وهذا هو السبب في اعتقادنا، أنه من حيث التنمية المستدامة، لا جدوى لمعارضة مادة بناء مع أخرى. في الواقع لا بد من استخدام كل المواد لتلبية حاجات مواطنينا من البناء. التحدي الحقيقي هو الحد من استهلاك الطاقة في المباني خلال كل سنوات الاشتغال. للإجابة على الاختيارات الهندسية لأصحاب وملتزمي



المشاريع فإن الفولاذ يقدم حلول فعالة عل السواء : للهياكل أو لغلاف البناية.

٧. استهلاك الطاقة خلال حياة المنتج

في كل صحائف ص ب ب ص لمنتجات الهياكل، فإن حياة البناية مقدر ب ١٠٠ سنة. إن استهلاك الطاقة خلال حياة تشغيل البناية يأخذ في الحسبان : تدفأتها، إضائتها وتهويتها... هذا الاستهلاك يختلف من بناية إلى أخرى. فهي تعتمد على العزل (علاج الجسور الحرارية)، التوجيه بالنسبة للشمس، الاختيارات الهندسية مع وجود أو عدم وجود عناصر كسوف.... لكي نقوم بحساب بسيط وتخفيض استهلاك الطاقة، لنأخذ القيمة المحددة سالفًا ب 50 kWh/m² في السنة. فإنه لمبنى يضم مكاتب بمساحة ٥٠٠٠ م² نجد : 5000x50=250000 kWh في السنة والذي نعبر عنه بدلالة MJ ب : 250000x3,6=900000 MJ في السنة أي MJ 90000000 بعد ١٠٠ سنة من استغلال المبنى (إذا فرضنا أن أداء العزل سوف يبقى فعالا خلال كل هذه الفترة ولا يوجد هناك تحول في البناية). أخيرا لا ننسى نهاية حياة البناء وتفكيكه. فإن الحديد هو المادة الوحيدة من الهيكل الذي نستطيع أن نسترددها بسهولة (فهو مغنطيسي)، إذا كان لدينا وحدة استرداد (لأنه مادة خام حقيقية) فإن هذا الحديد يمكن إدخاله من جديد في إنتاج الفولاذ. أما المواد الأخرى فيمكن فقط استعمالها لأغراض أخرى سوى الاستعمال الأصلي. الأثر البيئي في هذه الحالة يقف بجانب الفولاذ. إن أفضل طريقة لحماية الموارد الطبيعية هي الحد من استهلاكها للطاقة، عن طريق بناء هياكل خفيفة ذات أساسات بسيطة وباستعمال مواد بناء يمكن استردادها. الحلول الفولاذية هي التي توصل إلى أفضل هذه الأهداف، مع ترك للمهندسين المعماريين حرية إبداع كبيرة.

٨. مقارنة بين الطاقة الأولية لبنانية فولاذية والطاقة المستهلكة خلال سنة

كحساب الأولي لأبعاد عمارة مكاتب بمساحة ٥٠٠٠ م² (حالة العمارة المدروسة سابقا)، نستطيع أخذ بعين الاعتبار ٥٠ كغ من الفولاذ لكل م² وبذلك يكون وزن هذا الهيكل هو ٢٥٠ طن. إذا أخذنا بعين الاعتبار قيمة الطاقة الأولية المذكورة في صحائف ص ب ب ص للحزمة الفولاذية، فإن الحساب لـ ٢٥٠ طن فولاذ MJ 53390 في السنة. بمقارنة هذا الرقم مع الرقم المذكور في النقطة ٦ الذي يمثل استهلاك الطاقة MJ 900000 فإن النسبة بين الرقمين هو ٦٪

الخاتمة

من خلال متابعة المراحل الرئيسية الثلاث لحياة بناية، لقد استطعنا أن نضع بشكل بديهي النقاط التالية:

- أن البناء الفولاذي يعادل تقريبا حلول الخرسانة حين الإنشاء الأولي.

- مدة تشغيل البناء هي أكبر مستهلك للطاقة.

- البناء الفولاذي أكبر فعالية بالنسبة لإزالة المبنى.

لننتقل معا لنضع المصممين والإنشائيين في ثقة لاستعمال الحلول الفولاذية للهياكل، ولأغلفة العمارات الجديدة ولتكييف المباني القديمة. لنكن كذلك مقتنعين أن استعمال الفولاذ مع مواد بناء أخرى هو شعاع تقدم للنظم البناءة.

المراجع:

[1] www.inies.fr

[2] www2.ademe.fr



[3] www.scmf.com.fr

[4] www.snppa.fr

[5] Chantal JOUANNO

Regard sur le Grenelle

Agence de l'environnement et de la maitrise de l'energie, septembre 2008

[6] Syndicat de la construction metallique de France, 2008

STRUCTURE ACIER - BATIMENTS A ETAGES

2ème Edition

[7] Syndicat de la construction métallique de France, 2008

CONSTRUIRE EN ACIER

[8] Guenfoud Mohamed

Cours de charpente métallique à l'usage des ingénieurs

Université de Guelma, Octobre 2000

[9] Eurocodes 2, Eurocode 3

[10] OTUA, Construire acier

Haute qualité environnementale, l'acier pour une construction responsable

Novembre 2008

معجم :

إجمالي الطاقة الأولية : المعبر عنها ب MJ يمثل مجموع كل موارد الطاقة المستهلكة من الطبيعة لإنتاج عنصر معين، مثل الفولاذ. هذه الموارد هي : الغاز الطبيعي، البترول، الفحم، الإيرانيوم، الطاقة المائية، الطاقة الشمسية، الطاقة الهوائية، الطاقة الحرارية الجوفية.

الكغ المماثل للفحم : لكل غاز، نحدد قوة ظاهرة الإحتباس الحراري الذي يقيس لمدة معينة (١٠٠ سنة) التأثير الإضطرابي لهذا الغاز على المناخ. هي عبارة عن قياس المداولات الإشعاعية. المماثل الفحمي هو قوة ظاهرة الإحتباس الحراري لمدة ١٠٠ سنة بإرجاعه إلى كتلة الفحم المجردة في ثاني أكسيد الفحم. هذه الكمية تقاس بالكغ.

الطاقة الرمادية : هي تماثل إجمالي الطاقة الأولية

البيئة عالية الجودة : منهج البيئة عالية الجودة يقدم، لممثلي البناءات منهجية بهدف مساعدتهم في إختيار الترتيبات والحلول الهيكلية لتحقيق الجودة البيئية للعملية وهو يتألف من عنصرين :

- نظام الإدارة البيئية: الذي يسمح بتحديد الأهداف البيئية المستهدفة وكيفية ترتيب هذه العملية لتحقيق ذلك.

- الجودة البيئية للبناء : وهي تنهيكل حول اثنين من كبرى عائلات التأثير وهما :

- تأثير العمارة على البيئة الخارجية،

- تأثير العمارة على البيئة الداخلية [١٠].



STEEL CONSTRUCTION AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT, CHALLENGES AND PROSPECTS

GUENFOUD Mohamed & FEDDAOUI Fatma

LGCH Laboratory, Guelma University, Algeria

BP 401, Guelma, Algérie

Gue2905m@yahoo.fr

Abstract:

We have recently read the information's related the impact of building materials on sustainable development. The French newspaper (le Monde) wrote in an article dated October 14, 2008, entitled "The new duel between concrete and steel" as follows: "the content Energy gray steel is nearly 25 times higher than concrete or wood". On October 28, 2008, in an article entitled: "'LA FARGE' give the floor to the architects" notes that: "Concrete production consumes 43 times less then of steel". . In both documents, the logic used was incomplete and did not reflect the truth. So, the reader conclusion is wrong. Therefore, we want to answer through this article things right through an objective analysis meaningful.

