LYON – 10 Décembre 2009

Bâtiments à basse consommation
Retours d'expérience

Retours d'expérience à partir des missions de suivi et d'évaluation

Olivier SIDLER – Sté ENERTECH

Ce bilan a été établi à partir d'environ 200 projets conduits et suivis par ENERTECH, dont les 12 projets confiés par l'ADEME dans la Région Rhônes Alpes :

- avec missions d 'AMO ou de maître d'œuvre,
- avec campagne de mesure détaillée,

Tous ces bâtiments ont des consommations de chauffage inférieures à 50 $kWh_{ep}/m_{hab}^2/an$.

1 - La conception générale

1 - La conception générale

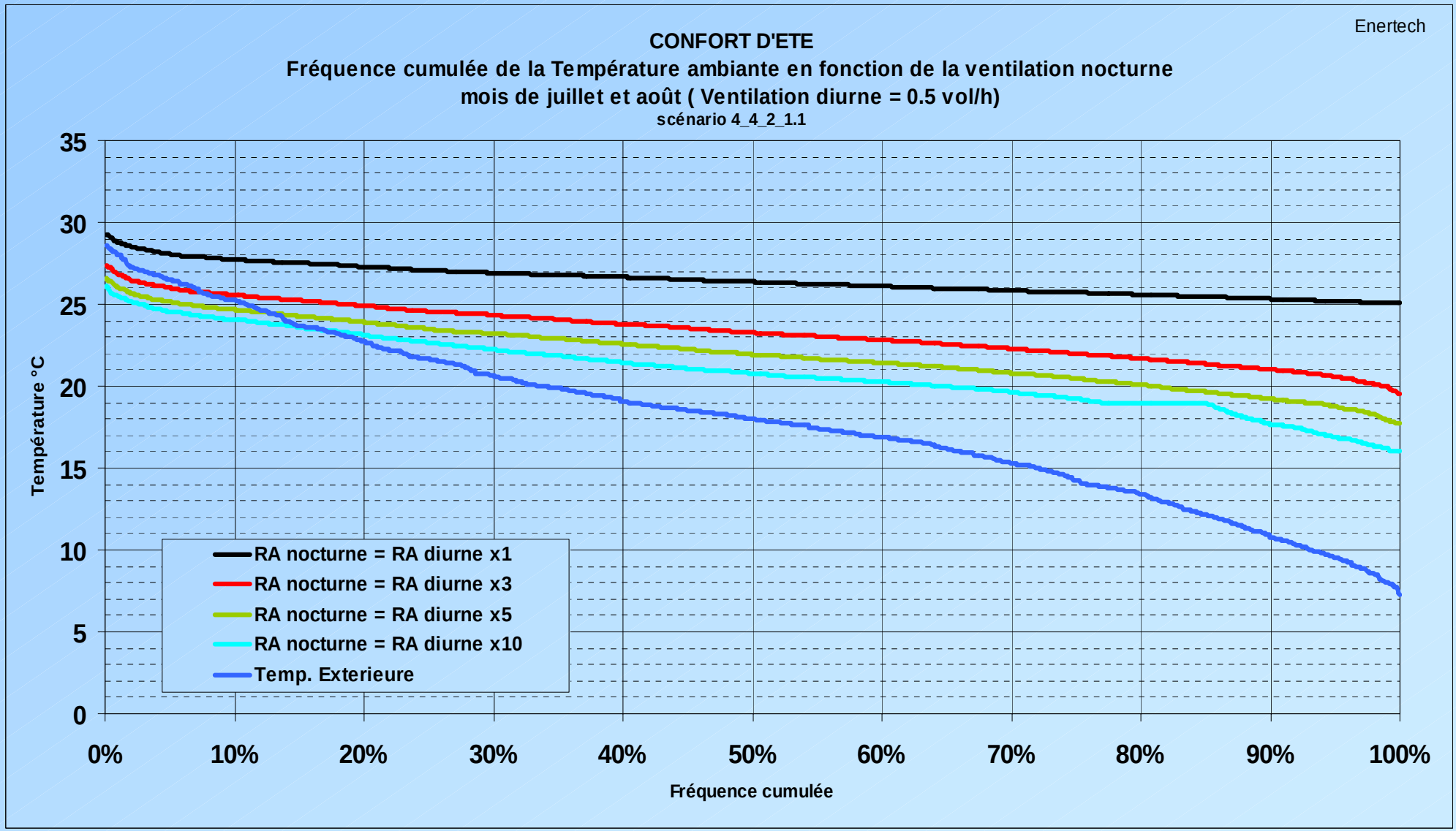
1.1 La simulation dynamique

- les bâtiments à faible consommation ont un comportement nouveau et mal connu, en hiver comme en été,

1 - La conception générale

1 - Les méthodes de conception et de dimensionnement

1.1 La simulation dynamique

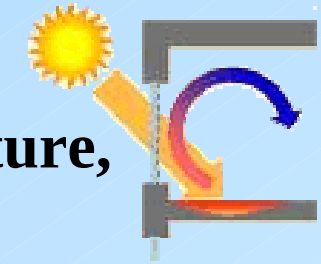


1 - La conception générale

1 - Les méthodes de conception et de dimensionnement

1.1 La simulation dynamique

Les bâtiments à faible consommation ont un comportement nouveau et mal connu, en hiver comme en été,



- la simulation dynamique aide à comprendre les réactions du bâtiment en fonction de son architecture, des matériaux, des apports internes ou solaires,

- cette aide puissante doit être utilisée en phase dépôt de permis de construire. Elle ne sert plus beaucoup après,

- ! La qualité des résultats sera à la hauteur de la qualité des données. Un simulateur fournira de mauvais résultats si les données sont approximatives.

1.2 La nouvelle hiérarchie des usages

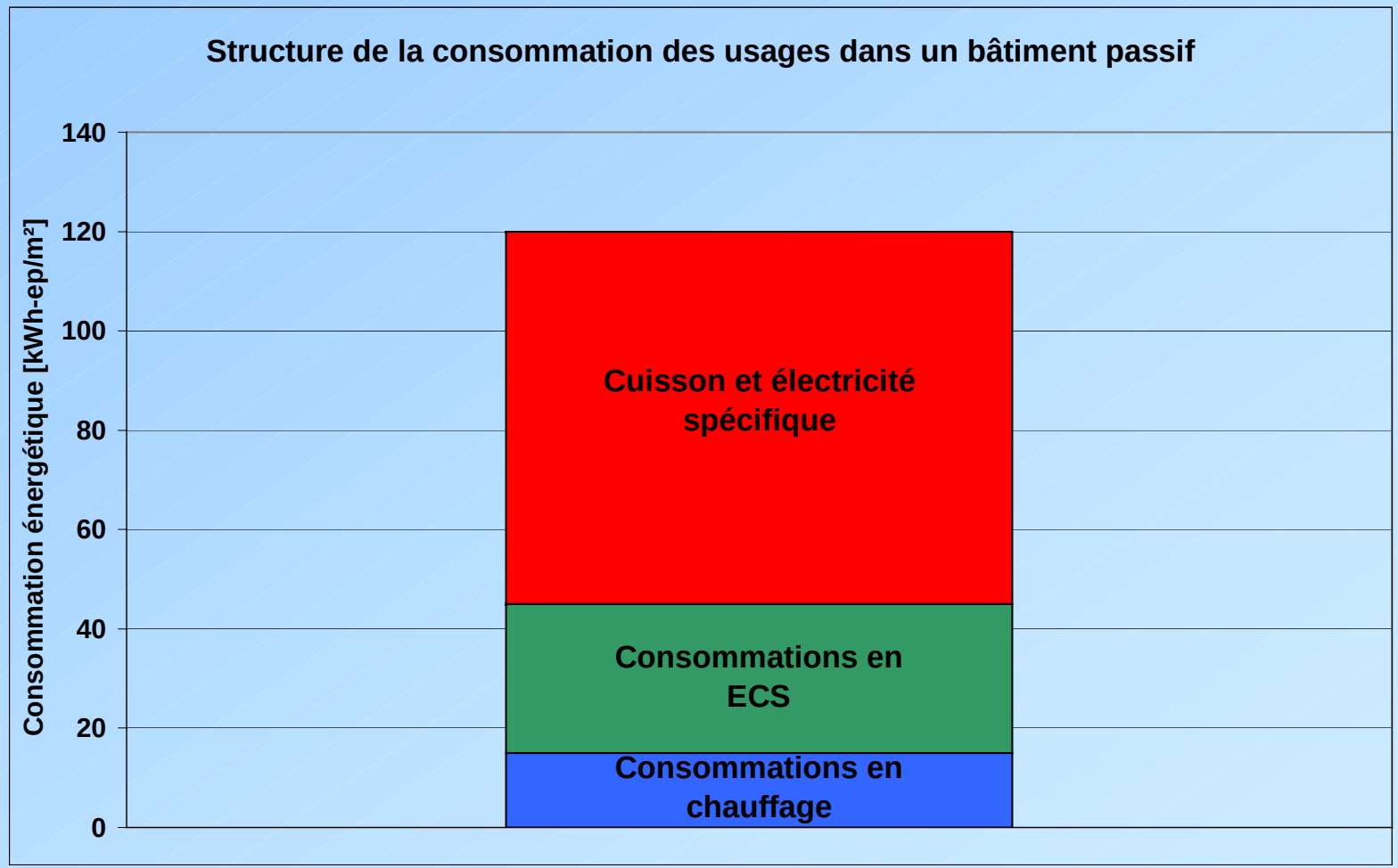
…. le chauffage n'est plus le principal enjeu…

Les usages dominants sont :

- l'électroménager et l'eau chaude sanitaire en logement,

La part des différents usages dans les bâtiments performants

L'électroménager consomme trois fois plus d'énergie primaire que le chauffage dans les logements construits aujourd'hui, et jusqu'à 5 fois plus dans les bâtiments de type passif.



1.2 La nouvelle hiérarchie des usages

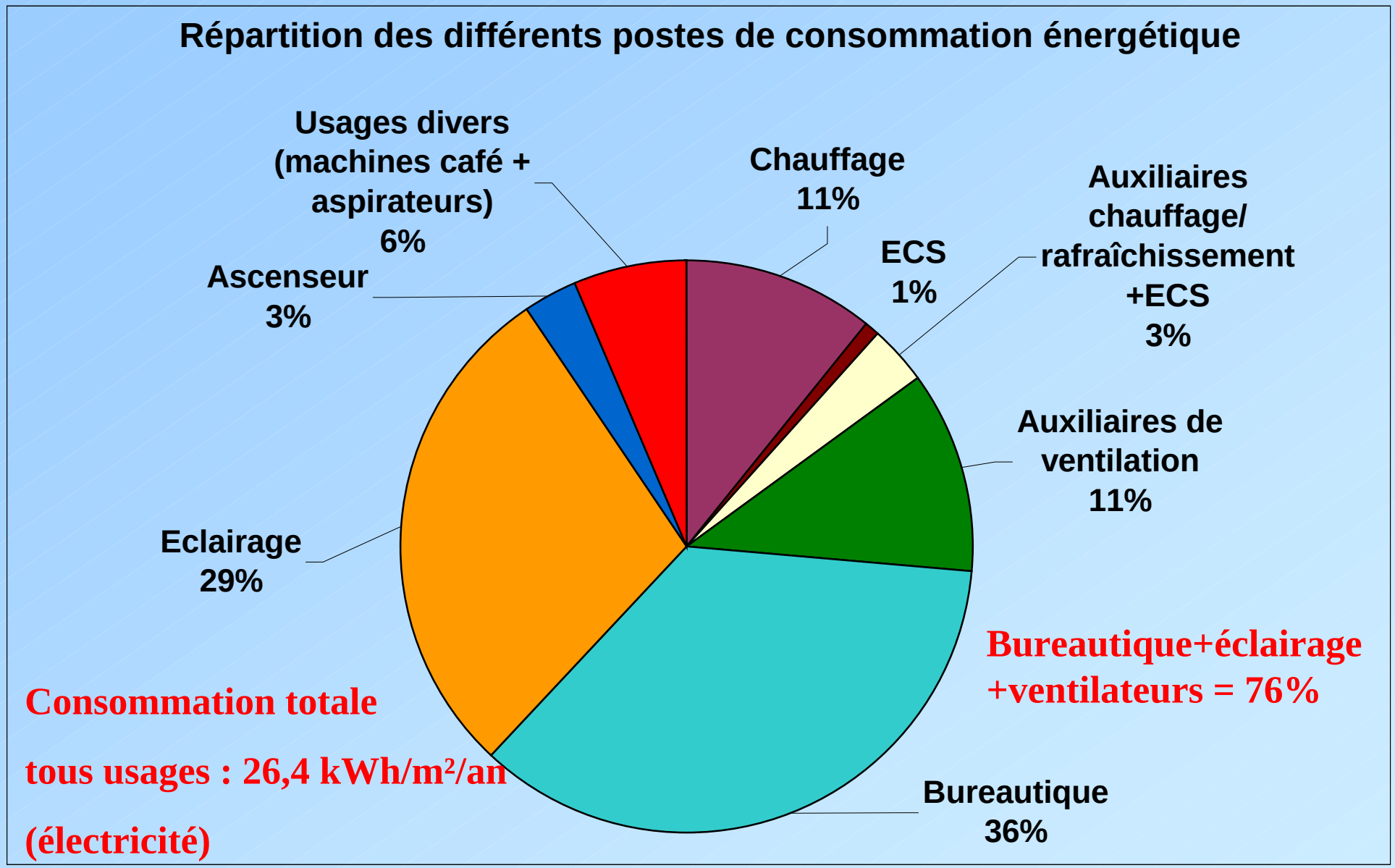
…. le chauffage n'est plus le principal enjeu…

Les usages dominants sont :

- l'électroménager et l'eau chaude sanitaire en logement,

- les usages spécifiques de l'électricité en tertiaire.

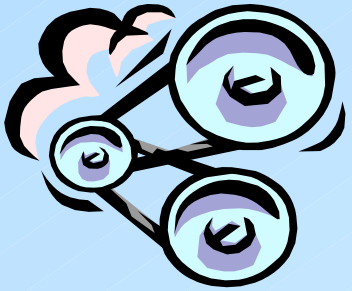
Immeuble de bureaux à énergie positive : le chauffage ne représente plus rien



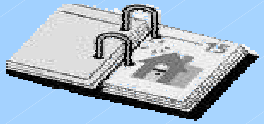
ENERTECH

1.3 Le contenu énergétique

…. pour une approche globale du projet

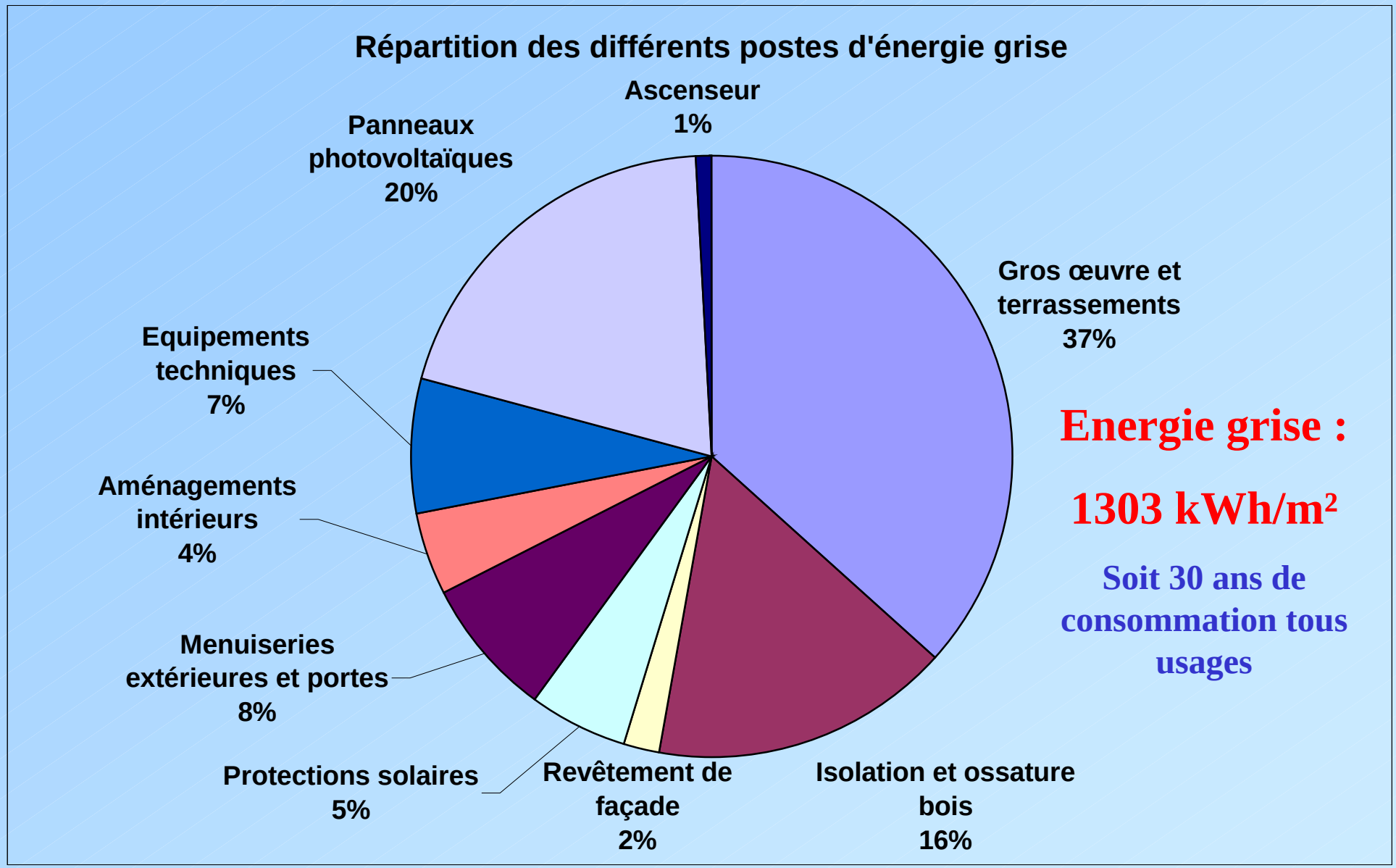


- le contenu énergétique, ou énergie grise, est l'énergie nécessaire à la fabrication, la mise en œuvre puis l'élimination d'un matériau,



- pour les bâtiments à faible consommation, l'énergie grise peut représenter 50 ans de la consommation de chauffage,

Immeuble de bureaux : l'énergie grise écrase tout!



Energie grise :

1303 kWh/m²

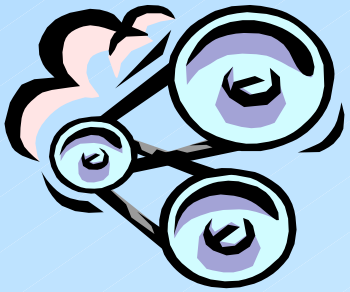
Soit 30 ans de consommation tous usages

ENERTECH

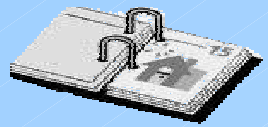
1 - La conception générale

1.3 Le contenu énergétique

…. pour une approche globale du projet

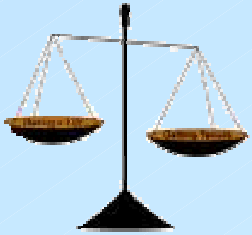


- le contenu énergétique, ou énergie grise, est l'énergie nécessaire à la fabrication, la mise en œuvre puis l'élimination d'un matériau,



- pour les bâtiments à faible consommation, l'énergie grise peut représenter 50 ans de la consommation de chauffage,

- l'ensemble des choix doit être cohérent : il ne sert à rien d'être très performant en consommation de chauffage, si les autres consommations d'énergie sont élevées,



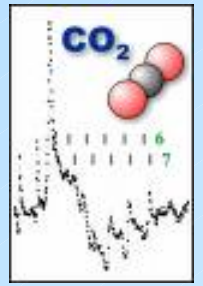
- il faut pour cela choisir des matériaux à faible contenu en énergie et faire des choix en phase dépôt de permis de construire.

1 - La conception générale

1 - Les méthodes de conception et de dimensionnement

1.3 Le contenu carbone

…. Un indicateur de cohérence du projet



- le contenu en carbone d'un bâtiment est une expression des émissions de gaz à effet de serre au cours de la construction (matériaux), de l'exploitation et de l'élimination du bâtiment,

- tous les gaz à effet de serre n'ont pas le même pouvoir de réchauffement (PRG) : les gaz frigorigènes ont par exemple des PRG allant de 1000 à 8000 selon leur nature,

- le bois a un contenu carbone négatif : une tonne de bois stocke 0,5 tonne de carbone,

- l'approche doit donc, là aussi, être globale!

1.4 La tentation du bâtiment à énergie positive

- construire des bâtiments à énergie positive est une obligation à court terme car :

- certains bâtiments anciens resteront très consommateurs,

- les réserves fossiles seront bientôt épuisées,

- Le Grenelle de l'Environnement en fera une obligation RT 2020, tout comme l'Europe : il y a urgence à apprendre!

1.4 La tentation du bâtiment à énergie positive

Grenoble Zac de Bonne :
Bâtiment à énergie positive

Un bâtiment exemplaire dans son approche et sa démarche

Charron & Rampillon – PRD - Addenda

- on s'aperçoit que c'est finalement relativement facile techniquement d'atteindre de très faibles consommations, de l'ordre de 15 à 20 $kWh_{ep}/m^2/an$ de chauffage,

- d'où l'idée simple de réduire encore un peu les besoins, grâce notamment à des techniques très performantes, et de couvrir le solde par des énergies renouvelables.

La Cité de l'Environnement à St Priest : un des premiers bâtiments à énergie positive de France

Fait l'objet d'un suivi de mesure financé par l'ADEME

Construction de la Cité de l'Environnement à St Priest :

3.600 m² de bureaux

à énergie positive.

Consommation de chauffage :

10 kWh/m²/an assurée par une PAC géothermique.

Livré à l'été 2009

MCP - Agence Thierry Roche – Cab Sidler – Tribu – S.Déoux

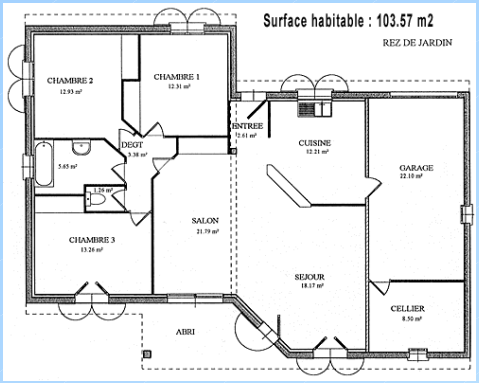
Ensemble des besoins fournis par 1400 m² de photopiles.

1 - La conception générale

1.5 Éléments de clarification pour ce qui suit….

…. Être sûr que l'on parle bien de la même chose,

- l'énergie dont il s'agit est toujours de l'énergie primaire,



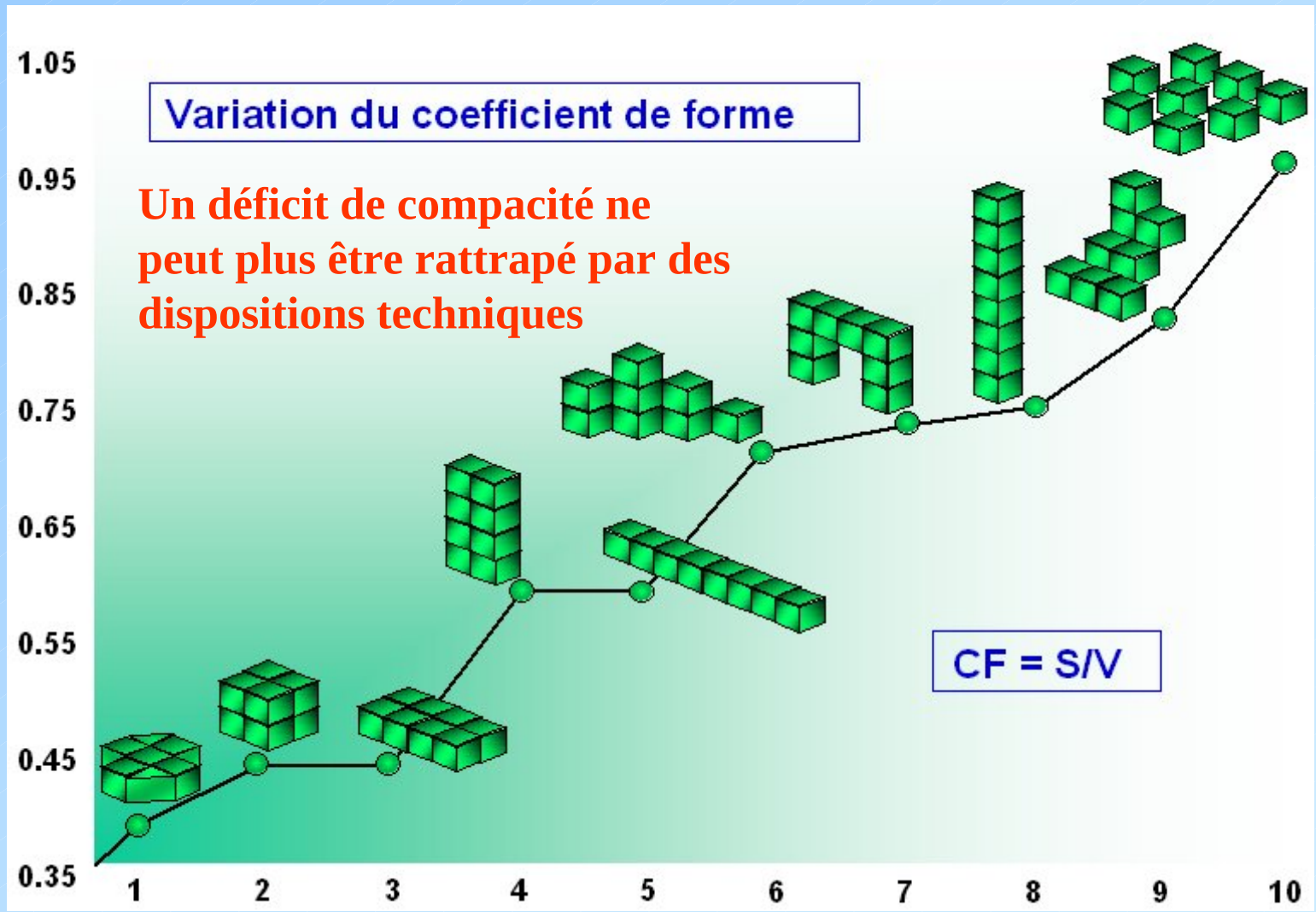
- les surfaces sont toujours des surfaces habitables dans les logements, et utiles ou chauffées dans le tertiaire,

- en principe, le terme de bâtiments à « 50 ou 15 kWh/m²/an » que nous utilisons ne concerne que le chauffage, sauf précision contraire.

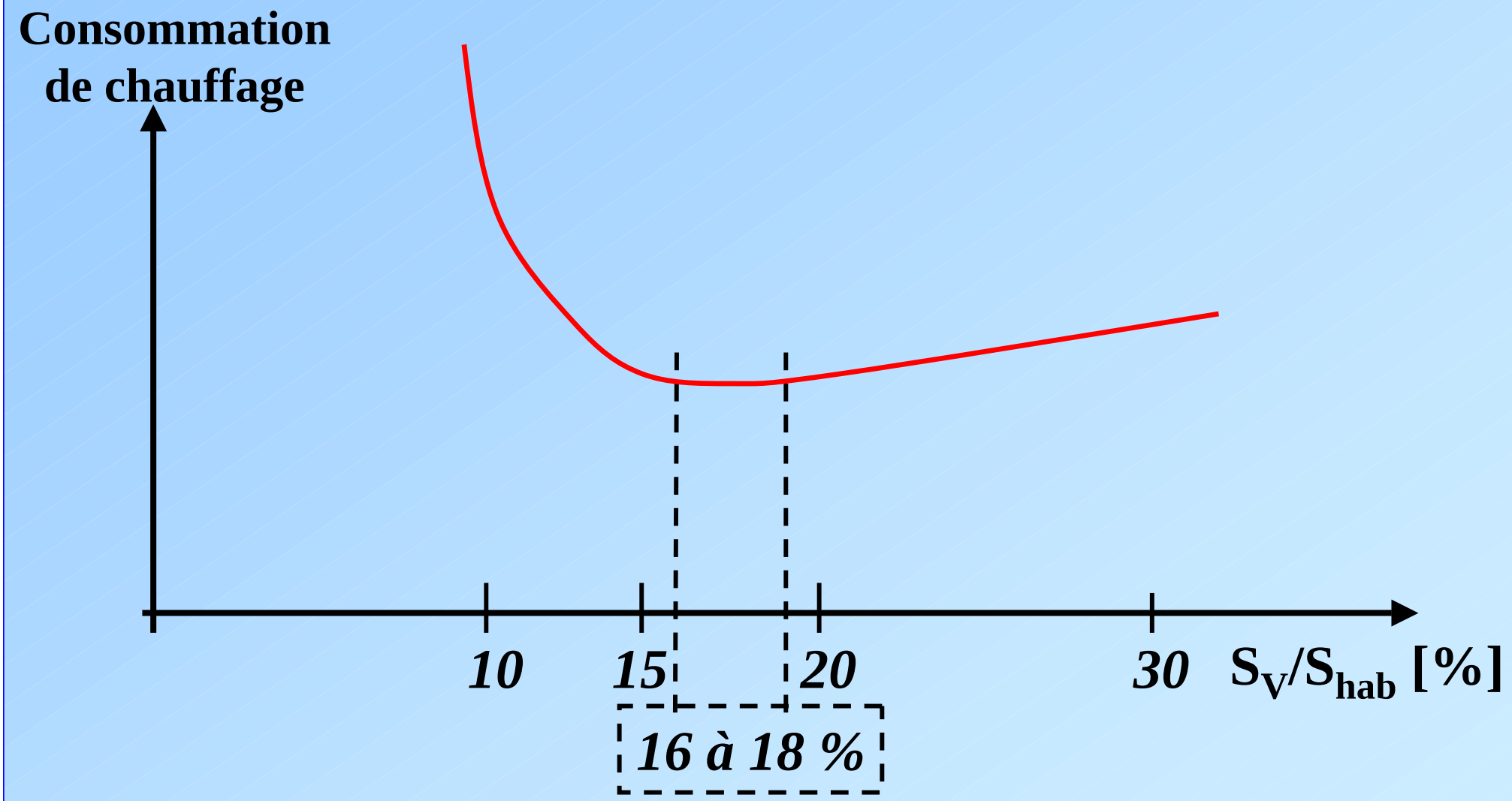
1 - La conception générale

2 – L'enveloppe

2.1 Construire compact

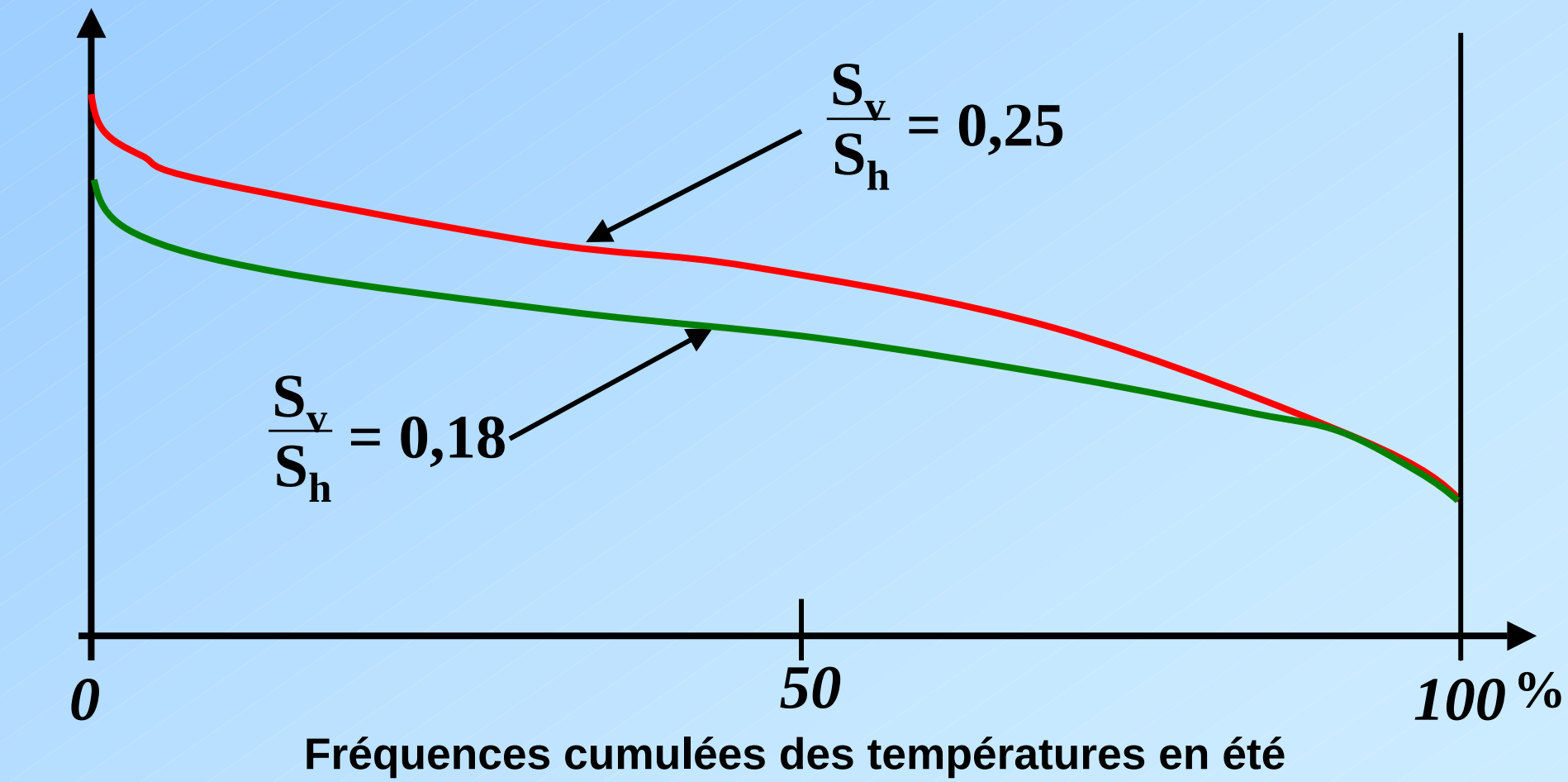


2.2 Le rapport $S_{vitrée}$ / S_{hab}



2.2 Le rapport $S_{vitrée} / S_{hab}$

Trop de vitrages génèrent des surchauffes en été

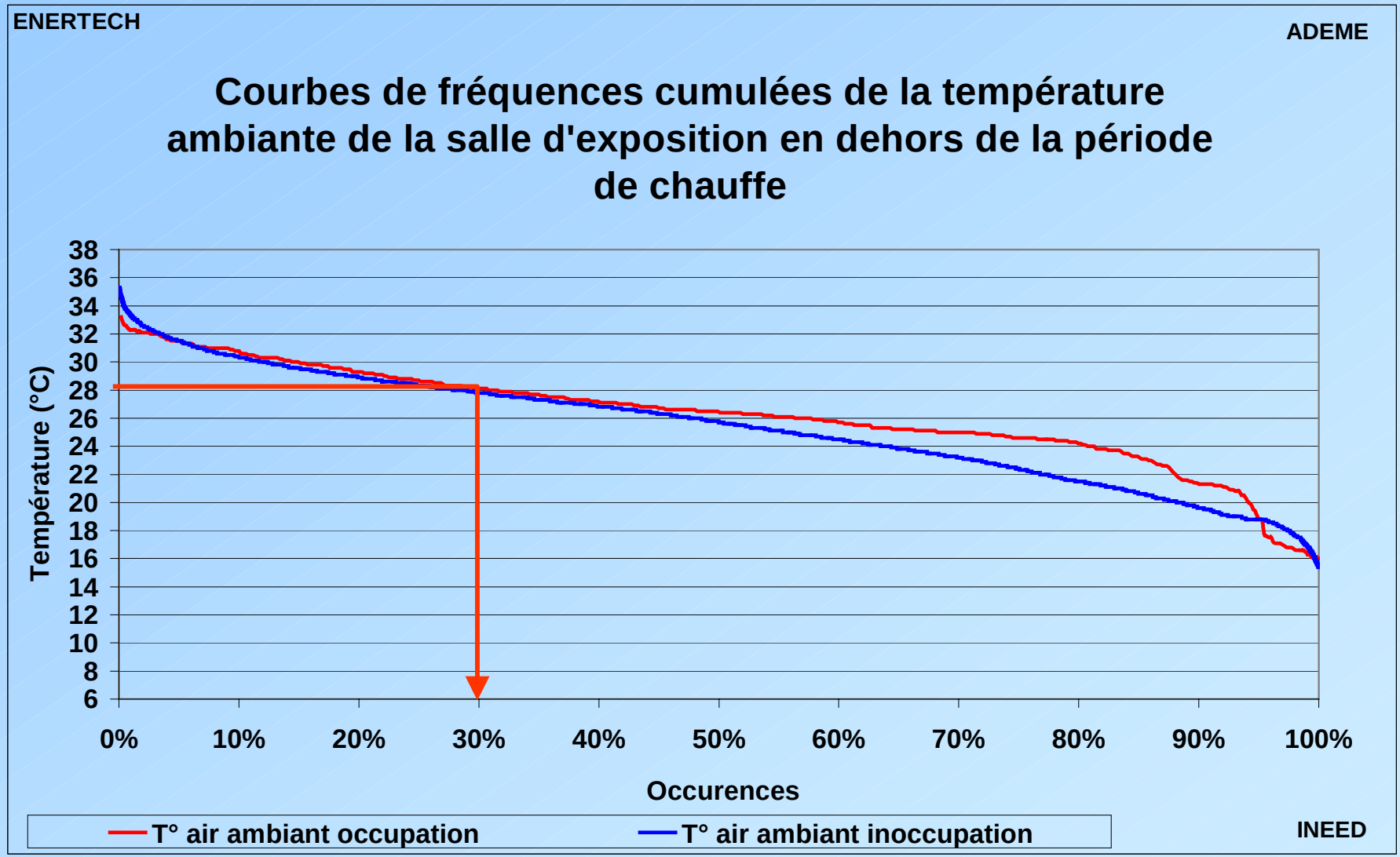


1 - La conception générale

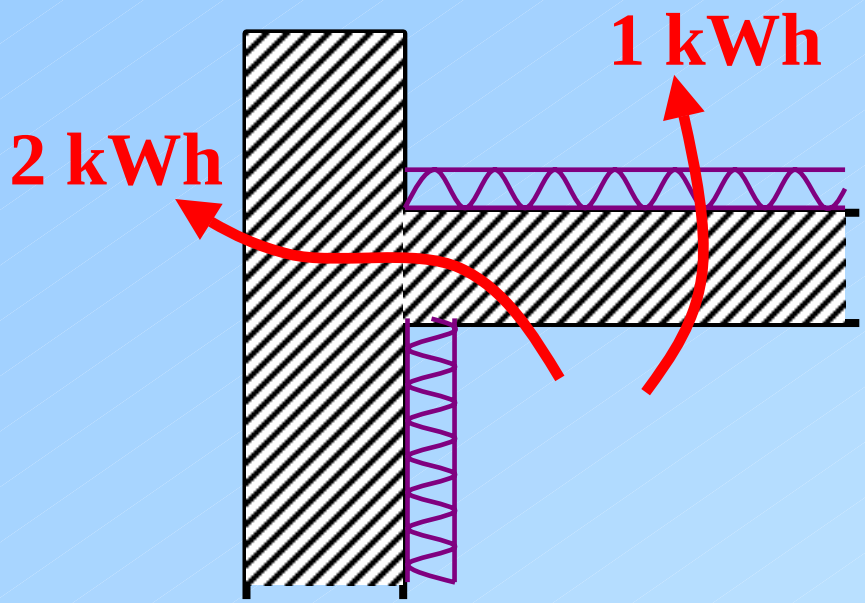
Le rapport Sv/Sutile de cette salle vaut 49%….

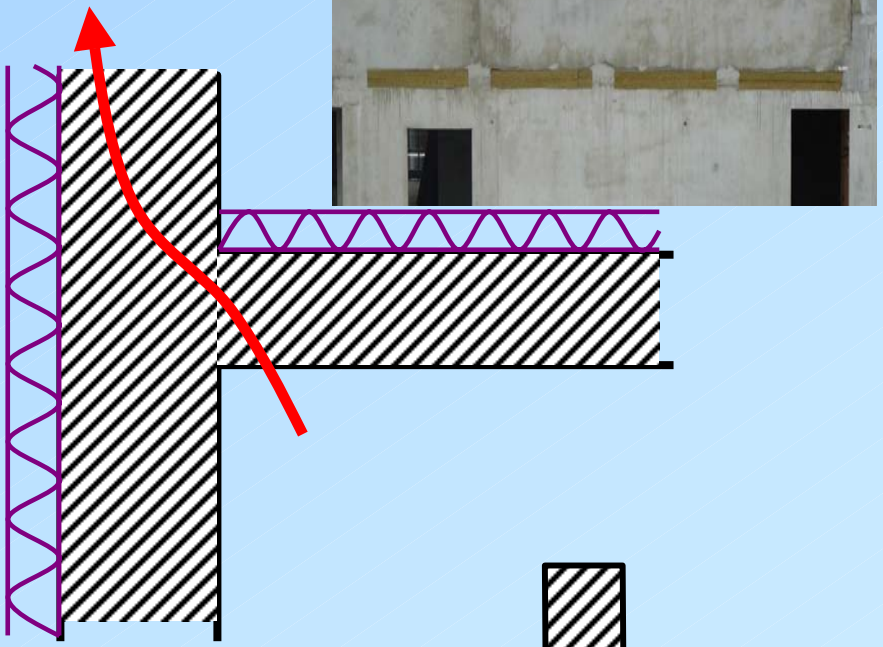
2 – L'enveloppe

Salle d'exposition INEED
Été



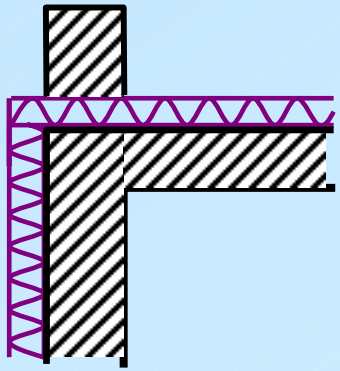
2.3 Les nouveaux ponts thermiques





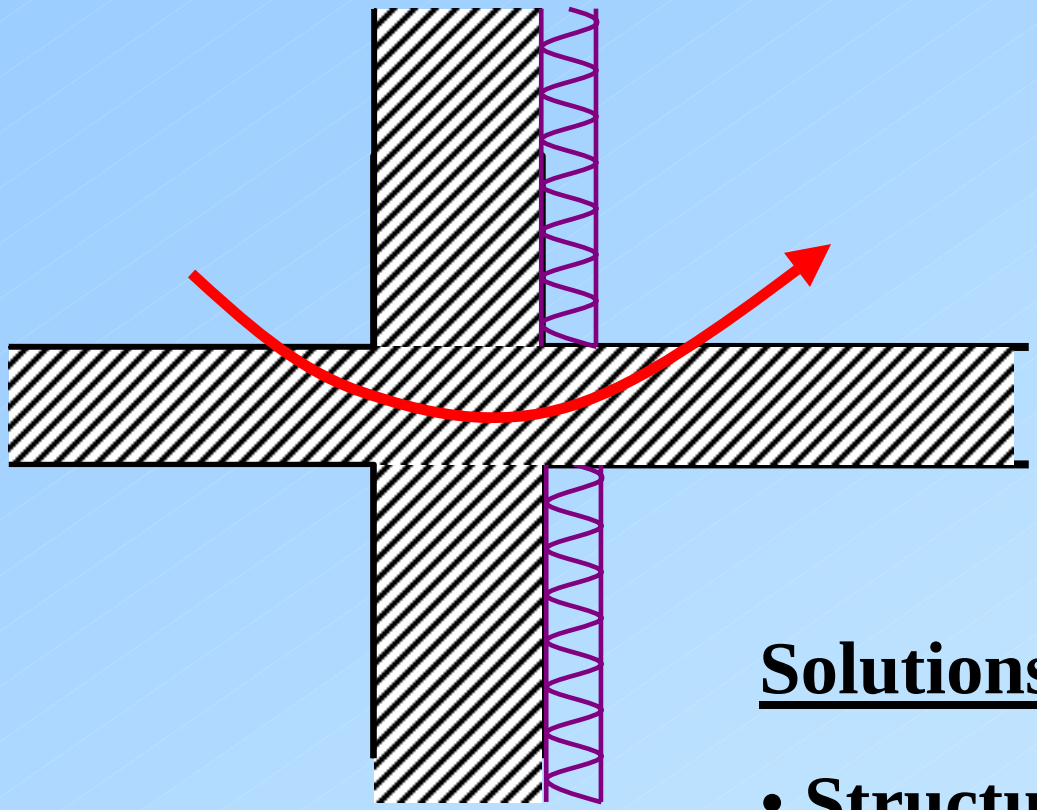
Solutions

- **Isoler l'acrotère**
- **Interrompre ponctuellement la continuité de l'acrotère**



- **Utiliser des rupteurs thermiques**

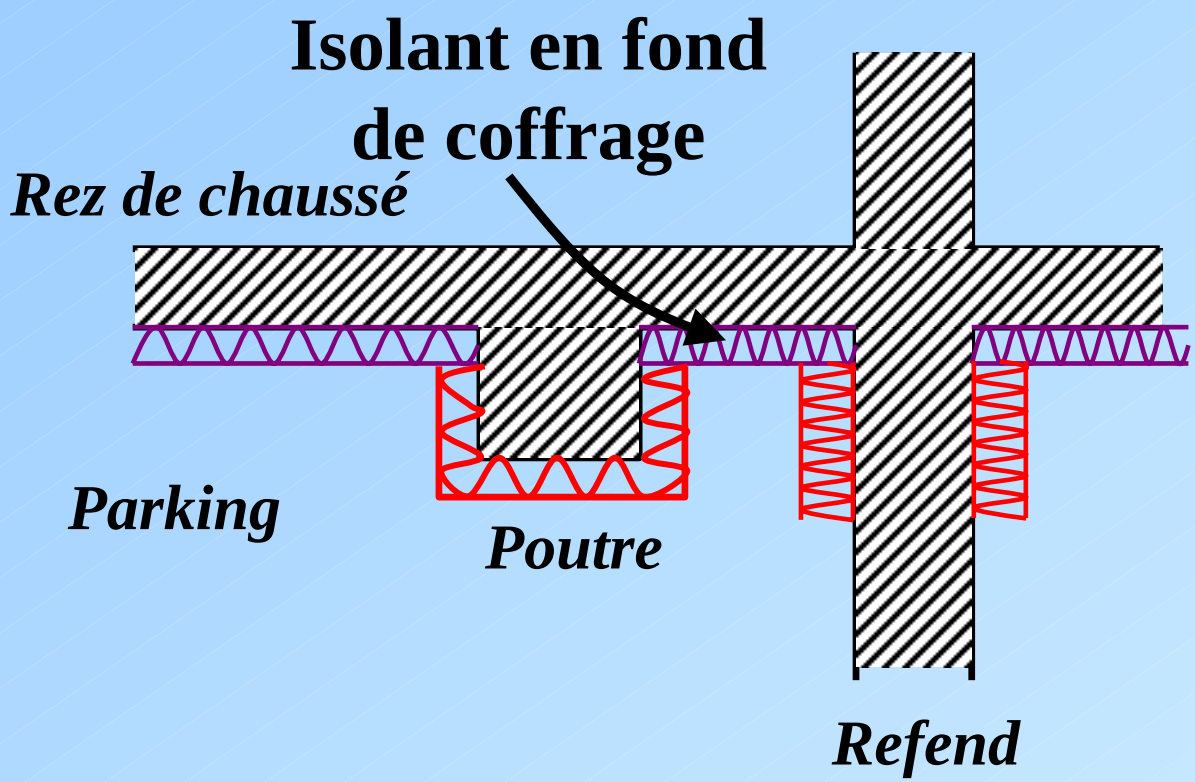
2.3 Les nouveaux ponts thermiques



Solutions

- **Structure porteuse autonome (fondations propres)**
- **Interrompre la continuité de la dalle**

2.3 Les nouveaux ponts thermiques



Autre solution

- **isolation sous chappe (mais inertie réduite)**

2.4 L'inertie - *Les rappels*

1 - elle est nécessaire en hiver pour une bonne gestion de l'énergie,

2 – elle est nécessaire en hiver, mais surtout en été, pour assurer le confort thermique,

2.4 L'inertie - *Les rappels*

1 - elle est nécessaire en hiver pour une bonne gestion de l'énergie,

2 – elle est nécessaire en hiver, mais surtout en été, pour assurer le confort thermique,

3 - pour le confort, l'inertie est une condition nécessaire mais pas suffisante : il faut aussi impérativement évacuer durant la nuit la chaleur emmagasinée le jour. Généralement par ventilation,

2.4 L'inertie - *Les rappels*

1 - elle est nécessaire en hiver pour une bonne gestion de l'énergie,

2 – elle est nécessaire en hiver, mais surtout en été, pour assurer le confort thermique,

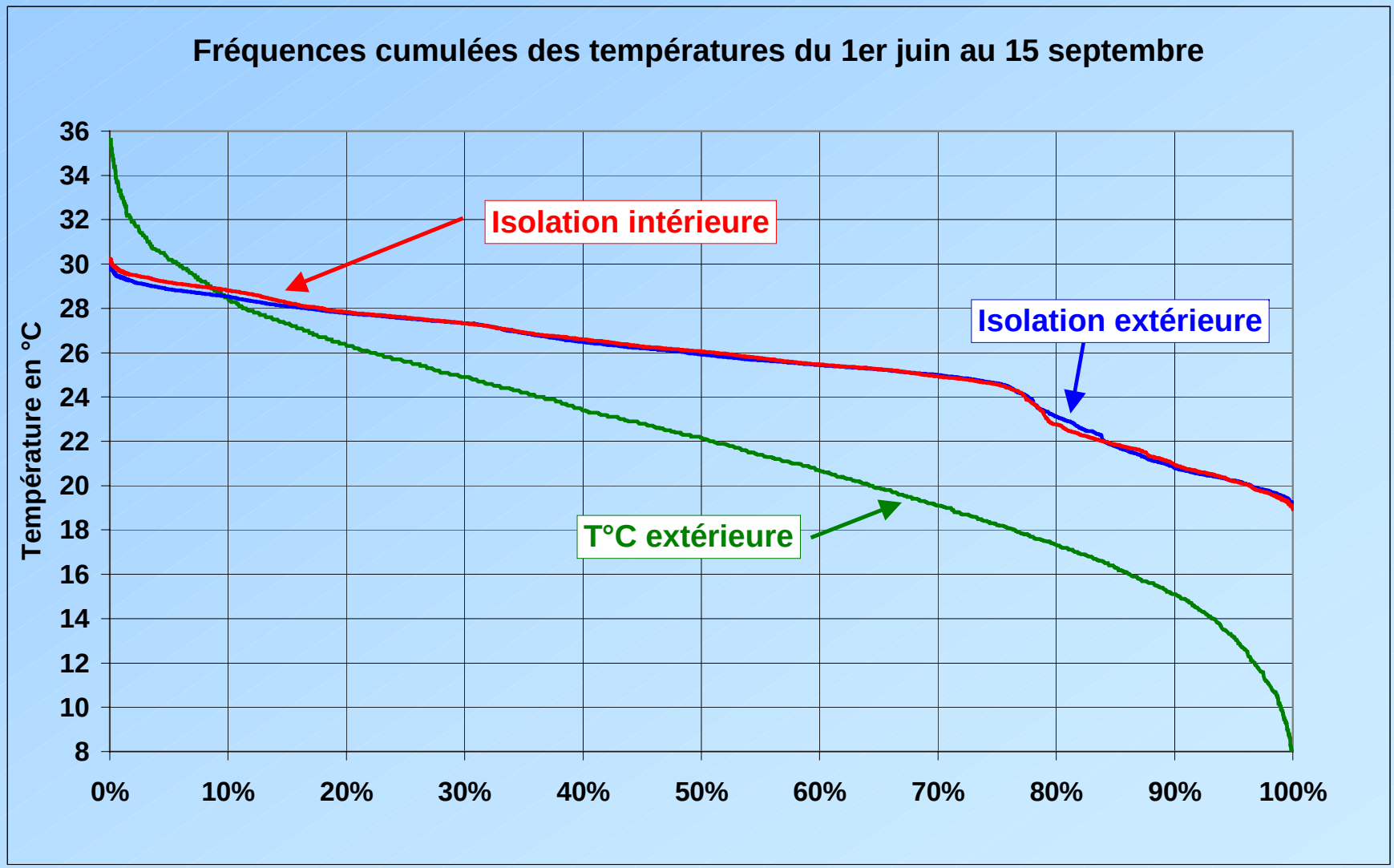
3 - pour le confort, l'inertie est une condition nécessaire mais pas suffisante : il faut aussi impérativement évacuer durant la nuit la chaleur emmagasinée le jour. Généralement par ventilation,

4 – les bons matériaux pour l'inertie ont une capacité thermique élevée (ρC_p) ET une grande effusivité ($e= (\lambda\ \rho C_p)^{½}$) : cela permet de stocker et déstocker rapidement beaucoup d'énergie.

1 - La conception générale

2 – L'enveloppe

*2.4 L'inertie - **Le rôle du mur extérieur***



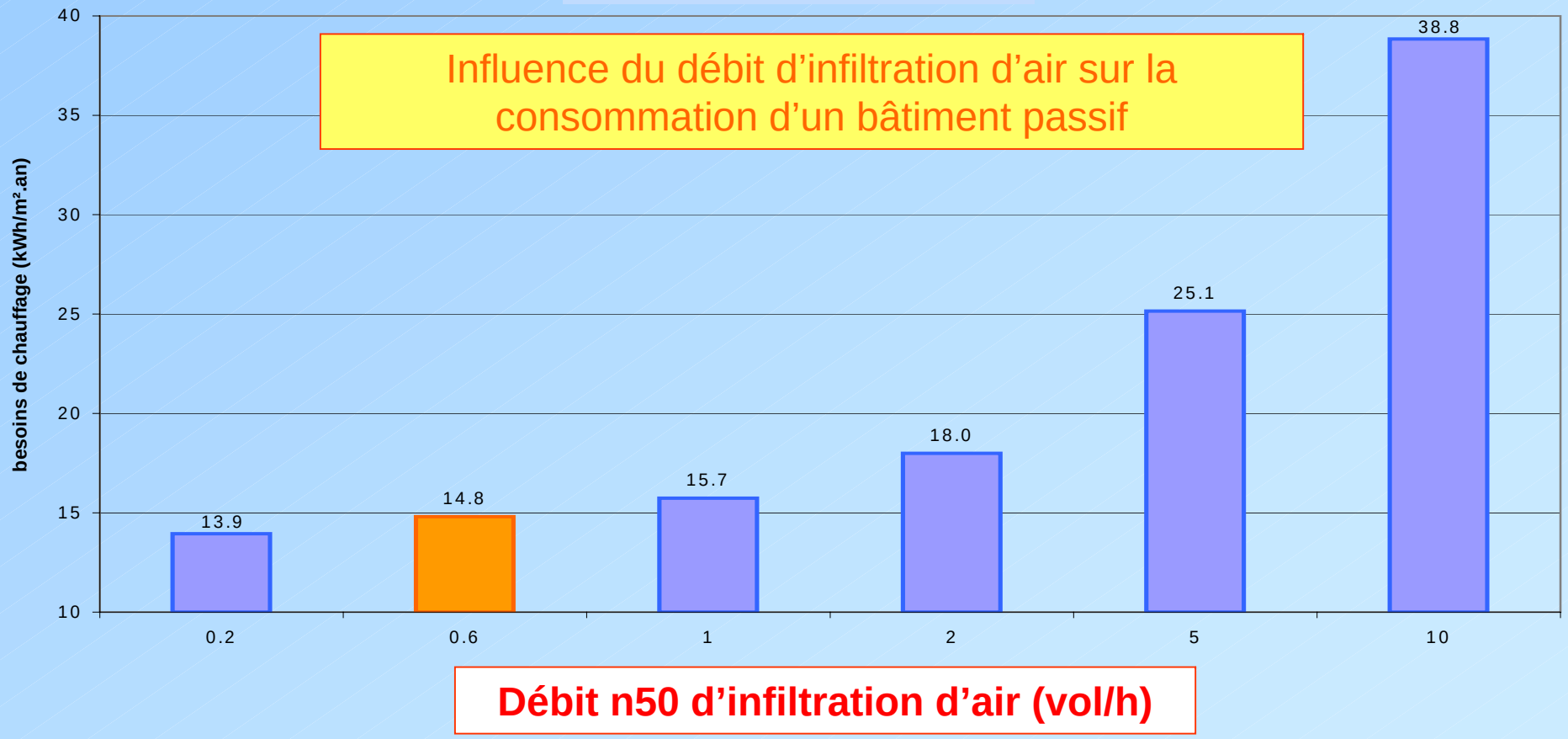
2.5 La perméabilité à l'air

- une charge thermique considérable et déséquilibrante

B - Comment réduire la consommation de la ventilation?

2 - Contrôler parfaitement les infiltrations dont le poids peut devenir exorbitant.

2.5 Impact énergétique des défauts d'étanchéité à l'air



2.5 La perméabilité à l'air

- une charge thermique considérable et déséquilibrante

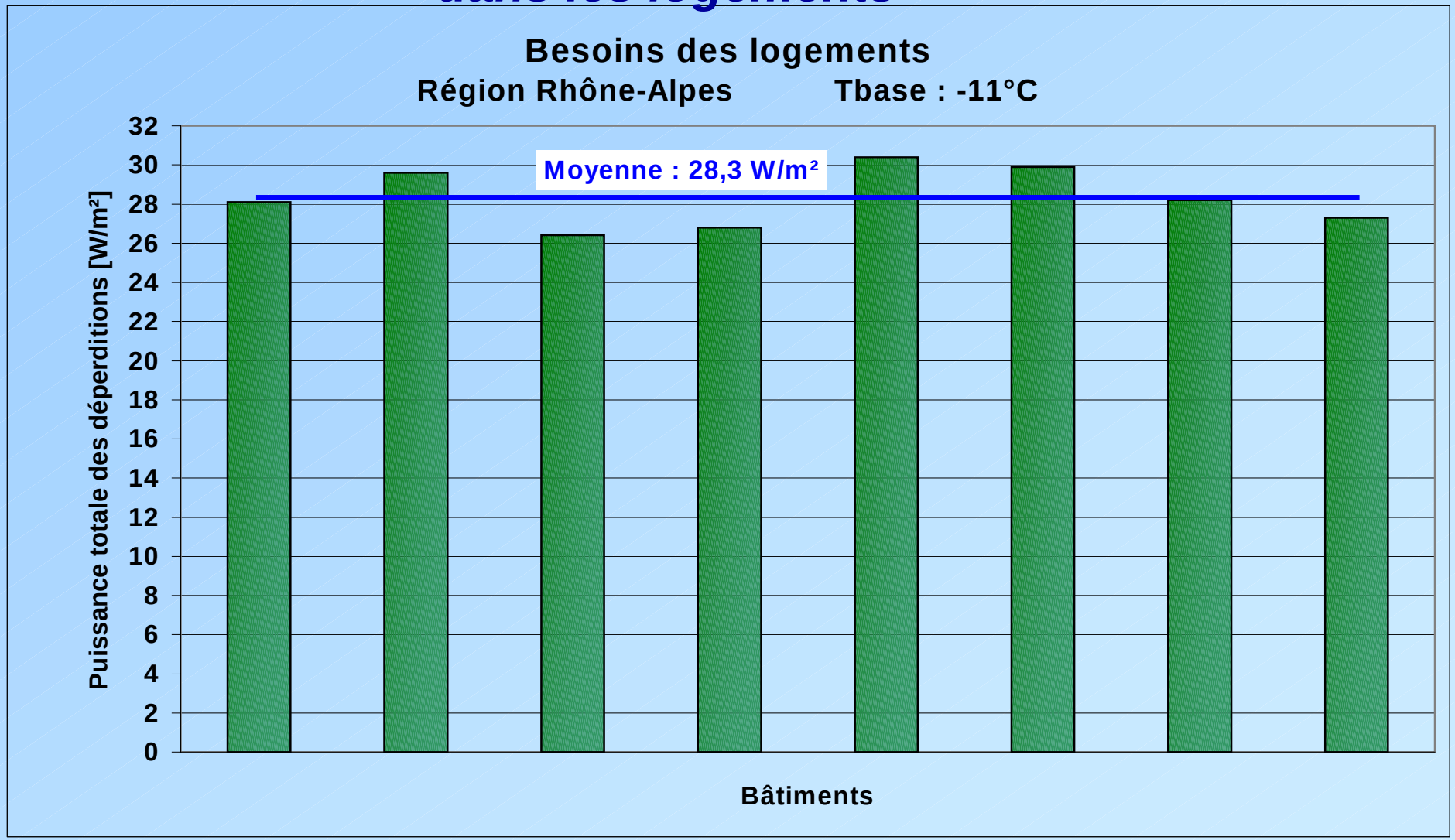
- une source d'inconfort inacceptable dans des bâtiments devenus par ailleurs très confortables,

- des techniques nouvelles passant d'abord par un « bon dessin » des détails, puis par de nouveaux composants (films, joints spéciaux, etc).

3.1 Le chauffage – ***Ratio de besoins dans les logements***

Pour les bâtiments « à 50 kWh/m²/an », on observe un ratio de besoins qui se situe invariablement autour de 30 W/m² dans les régions à température de base située autour de –10°C. Ceci constitue un bon indicateur des performances d'un bâtiment.

3.1 Le chauffage – **Ratio de besoins dans les logements**



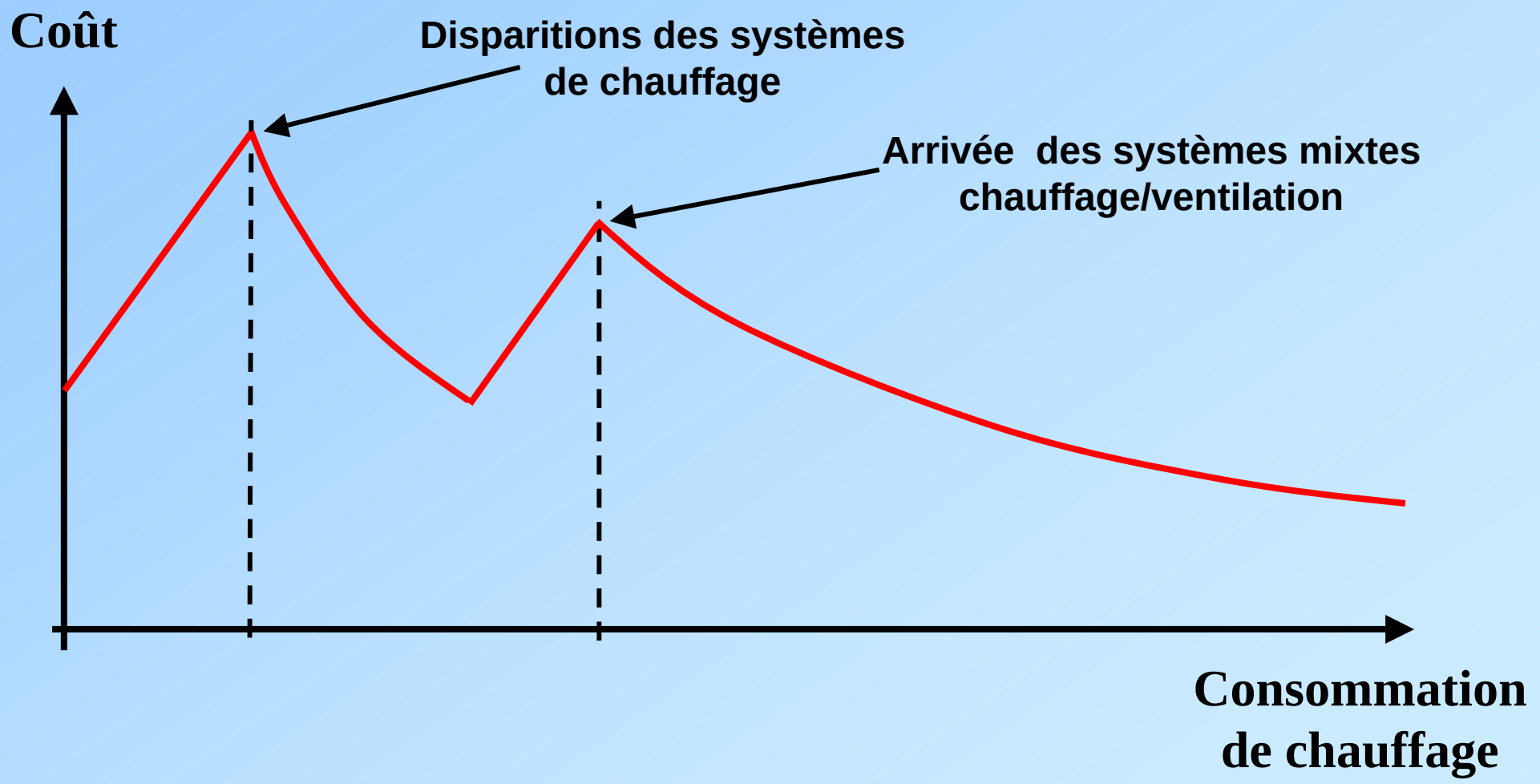
3.1 Le chauffage – *L'évolution des techniques de chauffage/ECS*

En réduisant les consommations, on crée des ruptures qui permettent de transformer profondément les systèmes de chauffage :

- d'abord en mêlant chauffage et VMC dans un seul et même système,

- ensuite en supprimant définitivement l'installation de chauffage.

*3.1 Le chauffage – **L'évolution des techniques de chauffage/ECS***



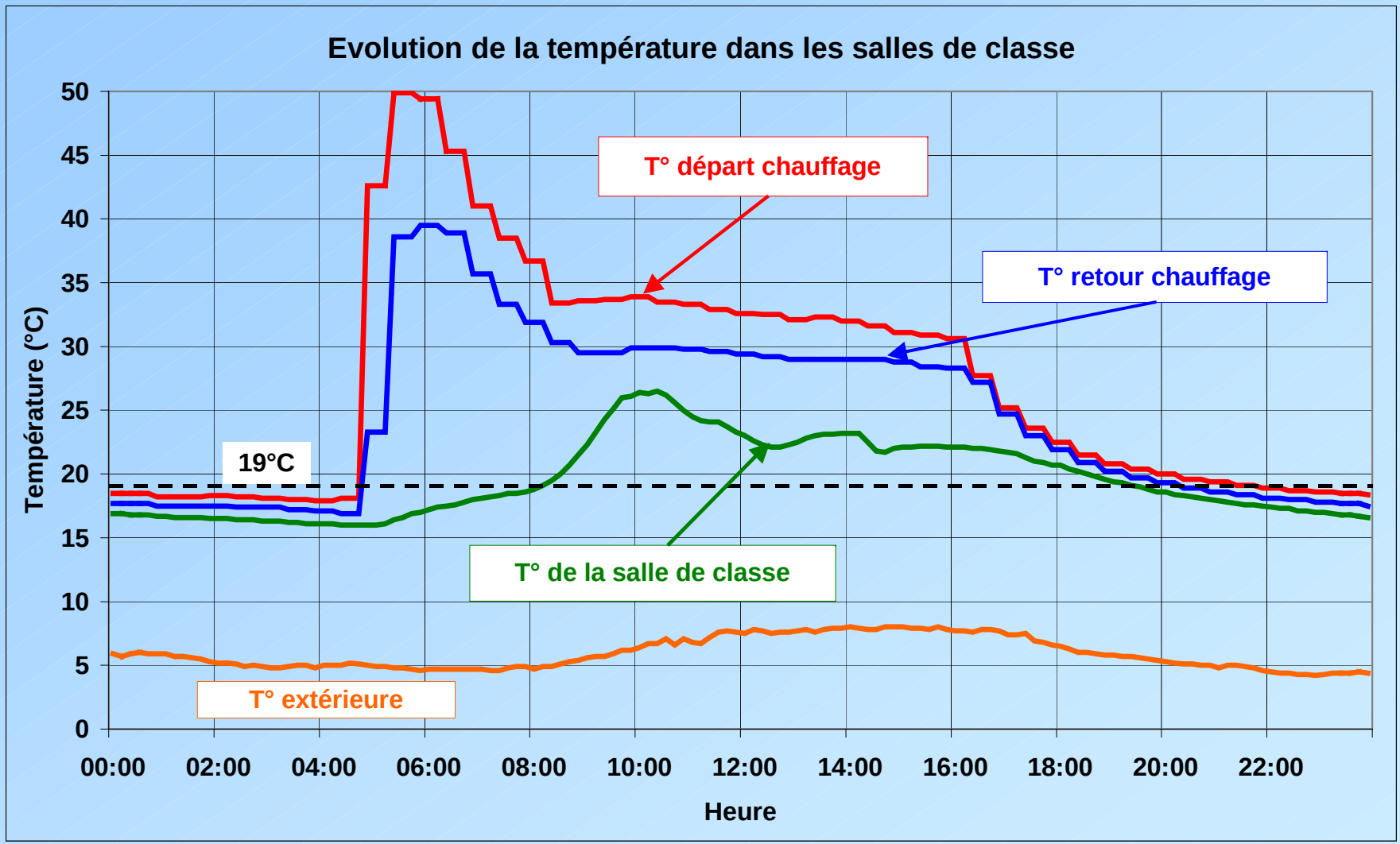
*3.1 Le chauffage – **L'arrivée des systèmes régulants de qualité***

- Récupérer les apports gratuits de façon efficace est essentiel dans un bâtiment à faible consommation. A défaut, il y a surchauffe, et donc pertes,

1 - La conception générale

3 – Les systèmes

*3.1 Le chauffage – **L'arrivée des systèmes régulants de qualité***



3.1 Le chauffage – L'arrivée des systèmes régulants de qualité

- Récupérer les apports gratuits de façon efficace est essentiel dans un bâtiment à faible consommation. A défaut, il y a surchauffe, et donc pertes,

- mais le système régulant le plus utilisé, le robinet thermostatique, n'est pas de grande qualité pour cela. A 21°C, pour une consigne à 19°C, il laisse encore passer une puissance importante dans le radiateur,

- on voit donc arriver des systèmes de régulation de type tout ou rien beaucoup plus efficaces. Exemple : les moteurs électrothermiques.

3.2 L'ECS : une nouvelle problématique

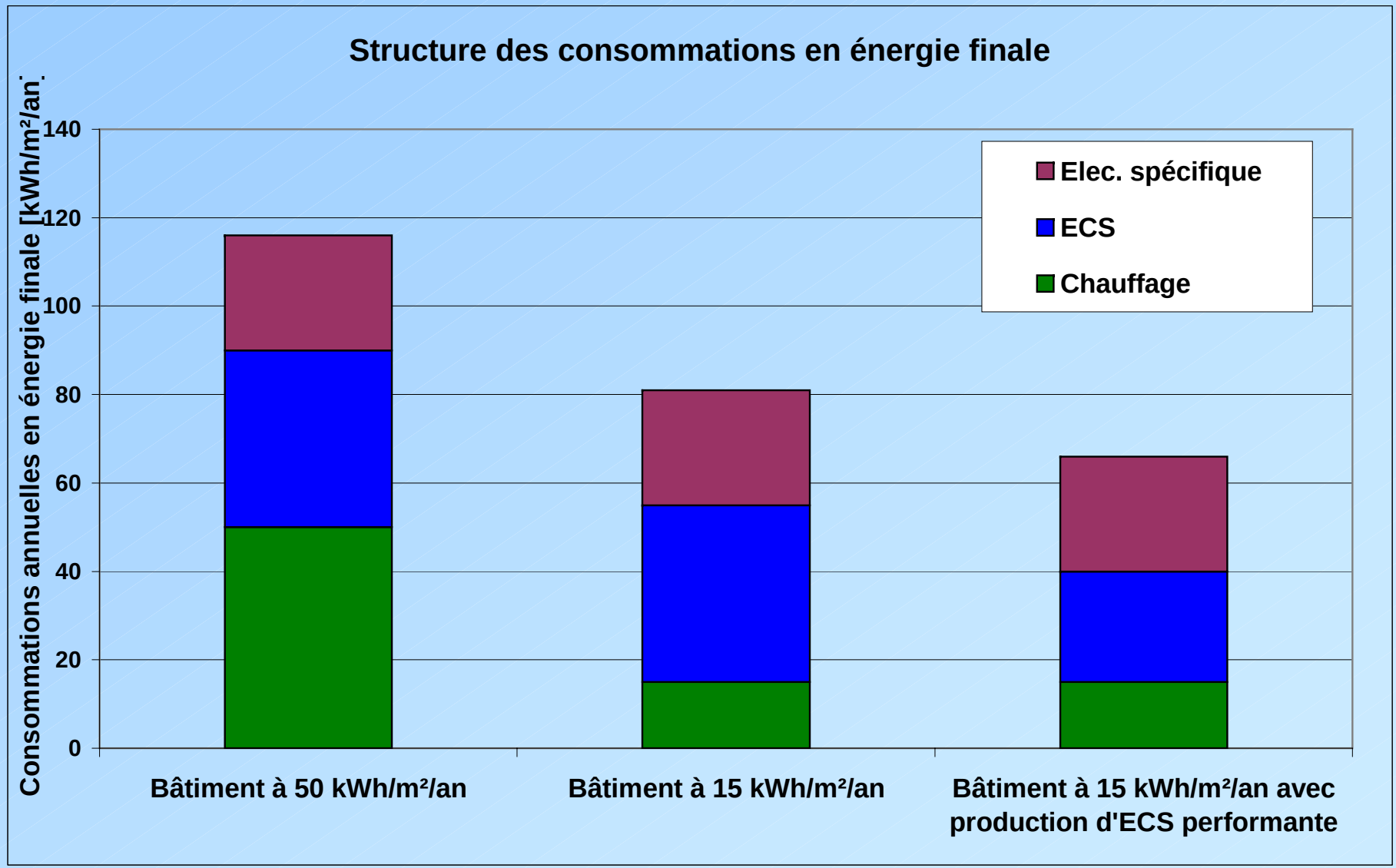
- Les consommations de chauffage baissent : 50, voire 15 kWh/m²/an,

- Dans le même temps l'usage de l'eau chaude sanitaire s'envole, sans correspondre à de réels besoins,

1 - La conception générale

3 – Les systèmes

3.2 L'ECS : une nouvelle problématique



3.2 L'ECS : une nouvelle problématique

- Les consommations de chauffage baissent : 50, voire 15 kWh/m²/an,

- Dans le même temps l'usage de l'eau chaude sanitaire s'envole, sans correspondre à de réels besoins,

- Aujourd'hui la consommation d'énergie pour l'ECS dépasse celle du chauffage! Il faut réagir afin de conserver une démarche cohérente :

- dispositifs hydro-économes contrôlés sur chantier,

- récupération de chaleur sur les eaux usées avec valorisation ou non par pompe à chaleur.

3.3 La VMC : Hygro et double flux

On peut réduire la consommation d'énergie de la VMC par :

- la ventilation double flux avec récupération de chaleur,

- la ventilation hygro B.

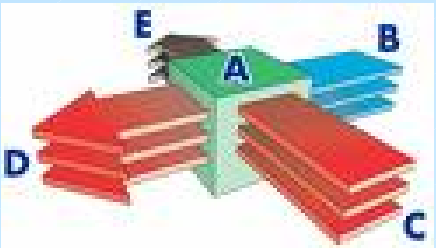
3.3 La VMC : Hygro et double flux

On peut réduire la consommation d'énergie de la VMC par :

- la ventilation double flux avec récupération de chaleur,

- la ventilation hygro B.

La différence entre les deux tient essentiellement à ce que l'hygro B réduit les débits d'air, alors que le double flux récupère la chaleur de l'air extrait sans réduire le débit.



Cela renvoie à la qualité sanitaire de l'air intérieur actuel (présence de COV, etc…)

4.1 Le confort d'été

En été, un bâtiment à faible consommation est une bouteille thermos dans laquelle tous les apports de chaleur (externes ou internes) produisent une élévation importante de température. DANGER!

D'où la stratégie à mettre en place :

*** réduire la surface vitrée, notamment à l'Ouest,**

*** utiliser des stores à très faible facteur solaire (< 0,10),**

*** réduire toutes les sources de chaleur intérieures, et notamment les usages électriques,**

*** utiliser une forte inertie et évacuer la chaleur la nuit par ventilation naturelle ou forcée.**

Structure des apports internes en été dans des logements

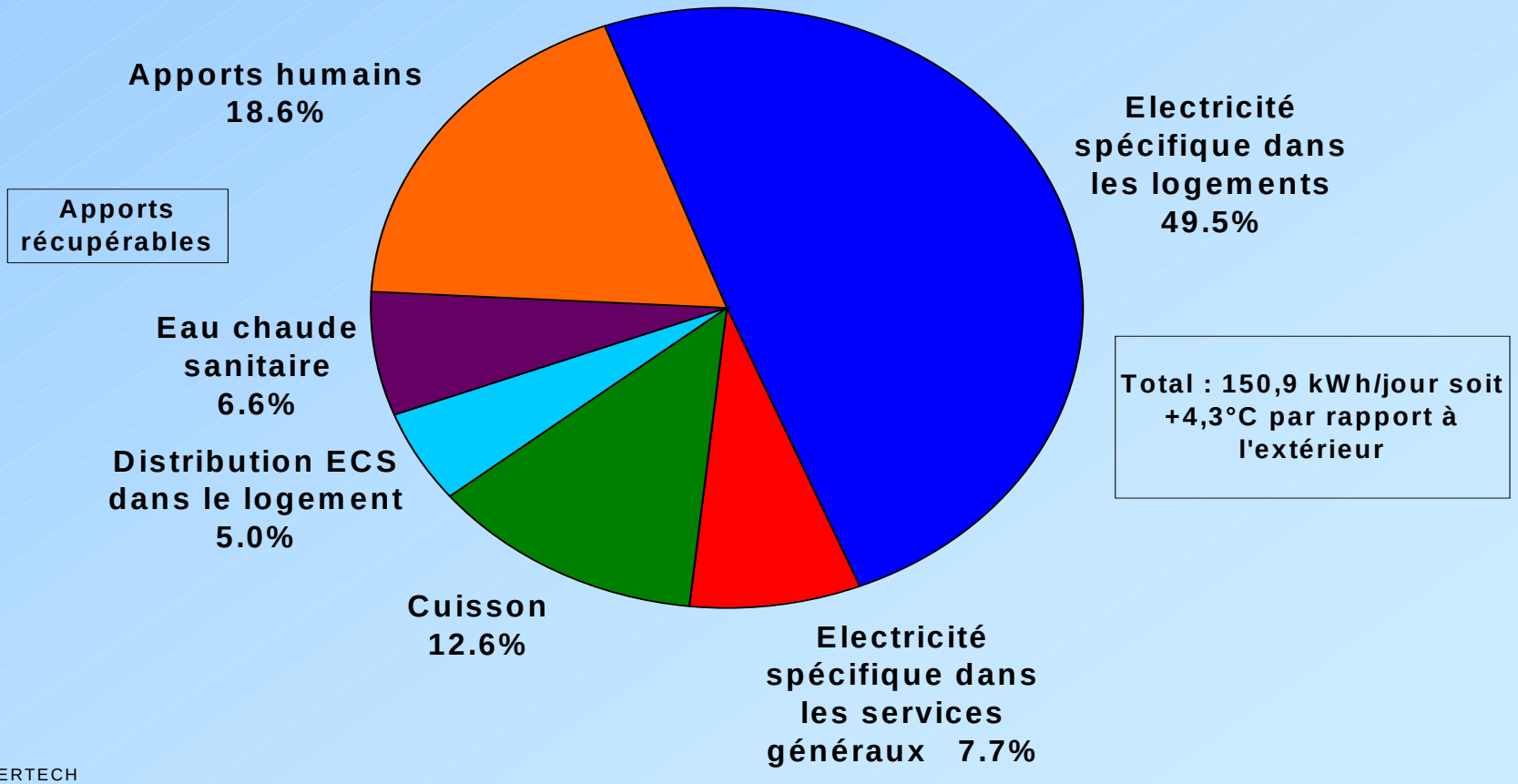
Dans les bâtiments très isolés, la consommation d'électricité en été est la principale responsable des surchauffes.

RESTART

Confort d'été

Evaluation des apports internes en juin

Cas de l'immeuble « Damidot » à Villeurbanne (69)



ENERTECH

4.2 La baisse des consommations électriques

Les consommations d'électricité, que ce soit en secteur résidentiel ou tertiaire, représentent le plus gros poste d'apports internes dans les bâtiments.

IL FAUT DONC APPRENDRE VITE A MAÎTRISER LES CONSOMMATIONS D'ELECTRICITE

Voir www.enertech.fr

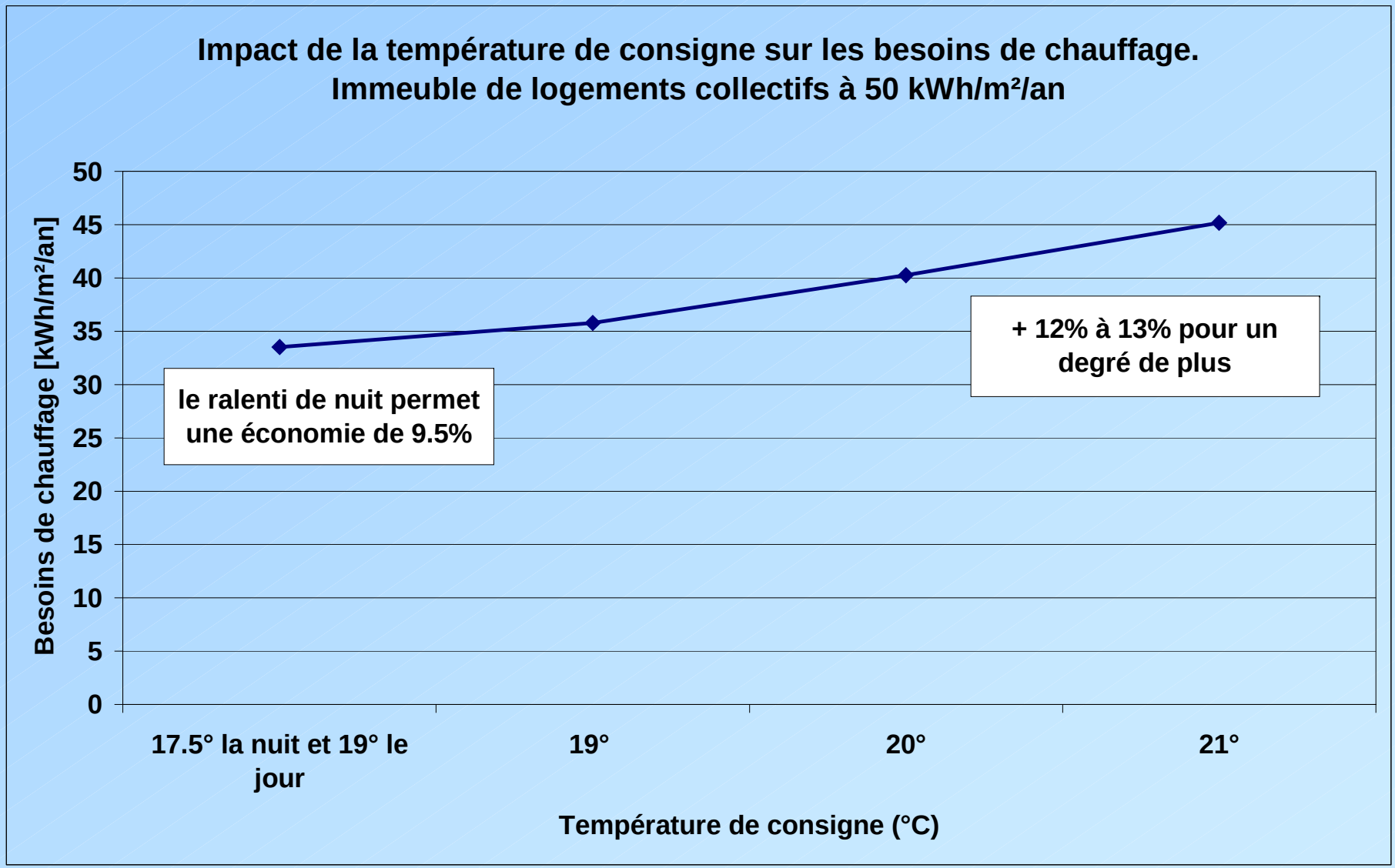
4.3 Chauffage : le poids d' 1°C de plus

NON : 1°C de plus ne conduit pas à une surconsommation de 7 % mais de 12 à 15 % dans un bâtiment performant.

1 - La conception générale

4 – Les performances

4.3 Chauffage : le poids d' 1°C de plus



4.3 Chauffage : le poids d' 1°C de plus

NON : 1°C de plus ne conduit pas à une surconsommation de 7 % mais de 12 à 15 % dans un bâtiment performant.

Faire des bâtiments performants c'est donc d'abord faire respecter la loi :

l'article R 131-20 du Code de la Construction précise que la température maximale ne doit pas dépasser 19°C dans les locaux d'habitation ou dans la plupart des locaux tertiaires….

Les premières réalisations sont riches d'enseignement technique :

1 – il n'y a besoin d'aucune rupture technologique pour faire des bâtiments à basse consommation en France aujourd'hui.

2 – la réussite d'un projet dépend du bon fonctionnement de l'articulation architecte/ingénieur en phase conception-dépôt de PC et de la qualité des outils utilisés (simulation),

3 – Le surcoût des opérations est compris entre 5 et 7 %.

2 - La conduite des projets

2 - La conduite des projets

2 – La conduite des projets

Les missions d'accompagnement assurées ont consisté à contrôler les simulations dynamiques, les notes de calcul réglementaire et l'ensemble des CCTP. Ce travail original a permis de mettre en évidence :

1 – un manque fréquent de cohérence entre les différents documents (hypothèses de calcul différentes) :

- épaisseurs d'isolant différentes entre simulation et CCTP,
- hypothèses de consommation d'ecs nécessitant des matériels hydro-économes non prévus ou mal sélectionnés,
- aucune disposition de maîtrise de la demande d'électricité dans le CCTP alors que la simulation a fait des hypothèses,

2 - La conduite des projets

2 – La conduite des projets

Les missions d'accompagnement assurées ont consisté à contrôler les simulations dynamiques, les notes de calcul réglementaire et l'ensemble des CCTP. Ce travail original a permis de mettre en évidence :

1 – un manque fréquent de cohérence entre les différents documents (hypothèses de calcul différentes),

2- une absence de coordination quasi systématique entre les différentes composantes de la maîtrise d'œuvre.

Apprendre à travailler et réfléchir ensemble, prendre le temps de faire une lecture complète de l'ensemble des CCTP pour vérifier que la cohérence de l'ensemble.

2 - La conduite des projets

2 – La conduite des projets

Les missions d'accompagnement assurées ont consisté à contrôler les simulations dynamiques, les notes de calcul réglementaire et l'ensemble des CCTP. Ce travail original a permis de mettre en évidence :

1 – un manque fréquent de cohérence entre les différents documents (hypothèses de calcul différentes),

2- une absence de coordination quasi systématique entre les différentes composantes de la maîtrise d'œuvre,

3 – la nécessité d'une meilleure formation des bet fluides à la problématique des bâtiments à faible consommation d'énergie.

3 – Le Chantier

3 - Le Chantier

3 – Le chantier

Une phase rendue très difficile pour de nombreuses raisons :

1 – Une présence très insuffisante des bet qui ne s'investissent plus dans le chantier. C'est en fin d'un chantier qu'on s'est aperçu que l'isolation murale était de 16 cm au lieu de 20….Ailleurs, une VMC a tourné 6 mois tous volets fermés à l'extraction….

2 – Beaucoup d'imprécisions ou d'erreurs dans les CCTP qui obligent à improviser sur le chantier, ou à faire « au plus simple » :

- mesures d'étanchéité à l'air non décrites, non dessinées,
- asservissements de la variation de vitesse non précisés,
- isolation insuffisante des réseaux et ballons,
- pas de description de l'asservissement des circulateurs et pompes (quand doivent-ils fonctionner, s'arrêter?)
- description très rare des séquences de régulation et de programmation des équipements : ce point est laissé à la liberté de l'entreprise.

3 – Le Chantier

3 – Le chantier

3 – Des compétences parfois insuffisantes des entreprises :

- isolation extérieure mal posée,
- ventilateur tournant à l'envers,
- variation de vitesse prévue uniquement au soufflage,
- échangeur rotatif mis en place sans assurer une pression supérieure au soufflage sur l'extraction (odeurs),
- etc

4 – Des installations rarement réglées correctement, livrées « en vrac au client »

5 – Des systèmes de régulation devenus trop complexe à utiliser, plus aucun intervenant ne sachant avec certitude ce qu'il faut faire, d'où les innombrables erreurs de programmation….

6 – Des réglementations complexes, peu prêtes à s'adapter… Exemple du ventilateur C4 qui rend les installations complexes

3 - Les promoteurs

3 – Le chantier

7 – Avec l'ouverture des marchés de l'énergie, on n'a plus d'électricité dans les logements pour procéder à certains réglages en fin de chantier….

8 – De même, tous les logements sont occupés dès la fin du chantier ce qui ne permet plus une phase nécessaire de calage et de mise au point sur des installations plus complexes qu'auparavant.

CONCLUSION

La réussite des opérations basse consommation passent par :

- une **formation urgente des maîtres d'œuvre** à la fois aux nouvelles données de la conception (travail en équipe, simulation, nouvelles problématiques, etc), aux techniques nouvelles (maîtrise de la Demande d'Electricité) et au suivi pertinent des chantiers,

- une **formation des entreprises et des compagnons** à la fois aux techniques nouvelles, mais aussi aux techniques supposées être plus connues, mais souvent très malmenées….

- une prise en compte par les maîtres d'ouvrage des **nouvelles contraintes de délais (il faut plus de temps!) et de rémunération supportées par les maîtres d'œuvre**,

- une répartition plus équitable des rémunérations entre membres de l'équipe de maîtrise d'œuvre : la thermique d'aujourd'hui nécessite énormément de temps, on n'est plus en 1980!….

Enfin, il faudra convaincre les usagers de respecter 19°C et d'avoir un comportement sobre en énergie….