

**Etude de sensibilité sur l'indicateur DIES**  
SYNTHESE DES PROPOSITIONS DE L'ETUDE  
23 décembre 2019 – V01

**Les bureaux d'études**



**Chargés de mission :**

Bastide Bondoux	POUGET Consultants	TRIBU Energie
Amandine DEBRAND <a href="mailto:a.debrand@bastide-bondoux.fr">a.debrand@bastide-bondoux.fr</a>	Alexis PATRON <a href="mailto:alexis.patron@pouget-consultants.fr">alexis.patron@pouget-consultants.fr</a>	Clément BRION <a href="mailto:clement.brion@tribu-energie.fr">clement.brion@tribu-energie.fr</a>

**Consortium des mandataires**

Les BET ont établi des devis pour chaque mandataire sur la base d'un cahier des charges générale approuvé par l'ensemble des mandataires.



Références des devis des études

BET	REFERENCE BET
TRIBU ENERGIE	D-TE-ET-2018/00206 Le 14/10/2018
POUGET CONSULTANT	Dossier 18C235 Devis n° D1810-00038 Le 16/10/2018
BASTIDE BONDOUX	PRO2101809039-1 Le 13/09/2018

## 1. PRESENTATION

La RT2012 a conservé l'exigence  $T_{ic} < T_{icref}$  (en °C) pour caractériser la température intérieure maximale atteinte en période caniculaire de la même manière que la RT2005. Dans le cadre de l'expérimentation E+C-, qui préfigure la future réglementation RE 2020, la DHUP a annoncé sa volonté de faire évoluer cette exigence vers un indicateur plus représentatif du confort des occupants : la DIES Durée d'Inconfort d'Été Statistique.

Cet indicateur, et sa méthode de calcul, avaient été annoncés au lancement de la RT2012 pour être mis en place au cours de l'année 2014, des études avaient été réalisées par Tribu Energie et Bastide Bondoux pour le collectif « Isolons La Terre Contre le CO2 », elles serviront de comparatif pour la présente étude.

Le consortium des mandataires de l'étude est composé de : CIMbéton - Collectif Isolons la Terre Contre le CO2 - Delta Dore – EDF – FFTB – FILMM – Ignes – Somfy – Velux a confié à trois bureaux d'études : Bastide Bondoux - Tribu Energie - POUGET Consultants la mission de faire une étude de sensibilité sur l'indicateur DIES avec le nouveau moteur de calcul mis à disposition à l'automne 2018 en version v8.

Cette étude doit apporter des éléments de réponse aux propositions de la DHUP lors du GT Méthode E+C- de juin 2018, ainsi que compléter la demande de contribution d'expertise du GE8 « Confort d'été : indicateur et expression de l'exigence » dans le cadre des travaux préparatoires à la RE 2020.

Pour cela des simulations ont porté sur 3 typologies type représentant le secteur résidentiel individuel, résidentiel collectif, tertiaire (crèche et bureau).

Ce rapport de synthèse est établi sur la base des résultats de simulations effectuées sur le moteur V8.

Le rapport final sera établi après que le moteur V8.1 soit mis à disposition des bureaux d'études en janvier 2019.

### 1.1. PRESENTATION DES PARTENAIRES DE L'ÉTUDE.

Liste des partenaires de l'étude :

- **CIMbéton** : centre d'information sur le ciment et ses applications béton. Il a pour mission de faire connaître les progrès techniques des ciments et des bétons dans tous les secteurs de la construction, bâtiment, travaux publics, génie civil.
- **Collectif Isolons la Terre contre le CO<sub>2</sub>** : regroupement d'industriels avec pour objectif de participer activement à la lutte contre le réchauffement climatique (ALDES - EUROCOUSTIC - KP1

---

<sup>1</sup> <https://www.isolonslaterre.fr>

- LAFARGE France - PLACOPLATRE - SAINT-GOBAIN ISOVER - SAINT-GOBAIN PAM Bâtiment France - SOPREMA – VELUX - UNILIN).
- **EDF** : Leader mondial des énergies bas carbone, le groupe EDF rassemble tous les métiers de la production, du commerce et des réseaux d'électricité.
- **FTTB** : La Fédération Française des Tuiles et Briques est le porte-parole de la filière terre cuite qui regroupe 85 entreprises, artisanales ou très industrialisées.
- **FILMM** : Syndicat des laines minérales, il a pour mission de représenter les industriels français de laines minérales manufacturées.
- **IGNES** : Industries du Génie Numérique, Energétique et Sécuritaire fédère et représente 60 entreprises industrielles de toute taille, basées en France et en Europe.

## 1.2. LES OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

1. Réévaluer l'indicateur DIES avec la parution du moteur de calcul Th-BCE 8.0 :
  - Reprendre et comparer les sensibilités réalisées en 2012, 2013, 2014 avec ce nouveau moteur de calcul,
  - Tester la méthode et délivrer des sensibilités,
  - Identifier s'il existe des problèmes de méthodes.
2. Répondre aux propositions de la DHUP sur l'indicateur DIES lors du GT Méthode E+C- de juin 2018, rappel des trois options :
  - Option 1 : Dies ref. avec comparaison à un bâtiment de référence comme pour la Tic actuellement. Ce qui permet de faire un type de Dies par système constructif.
  - Option 2 : Dies max en valeur absolue calée sur l'exigence de la Tic ref avec un seuil qui correspond en moyenne aux efforts actuels.
  - Option 3 : Dies max basée sur le confort des occupants. Si la Dies max est dépassée, alors on estime des consommations de climatisation pour ramener le confort au niveau de Dies max. Ces consommations sont comptabilisées dans le bilan énergétique (que le bâtiment soit réellement climatisé ou non).
3. Compléter la demande du GE8 sur le « Confort d'été : indicateur et expression de l'exigence »
  - 1. Identification des avantages et inconvénients des indicateurs existants, et les éventuelles modifications qui pourraient leur être apportées : Tic, DIES, Degrés-heures d'inconfort d'été.
  - 2. Déterminer les conditions de confort estival d'un bâtiment.
  - 3. Identification des avantages et inconvénients concernant la formulation de l'exigence relative au confort d'été, notamment concernant les trois propositions de formulation suivantes :
    - Exigence fixée à partir du niveau de performance atteint par les bâtiments RT 2012 ;

- Respect d'un niveau de performance correspondant à une situation de confort des occupants (atteignable si nécessaire par recours au rafraîchissement ou à la climatisation) ;
- Respect d'un niveau de performance correspondant à une situation de confort des occupants, ou à défaut report de consommations de climatisation fictive permettant d'atteindre ce niveau de confort.
- 4. Identifier les paramètres de modulation des exigences associées à la prise en compte du confort d'été :
  - Éléments permettant d'apprécier le maintien ou non de la distinction de locaux CE1 et CE2
  - Éléments permettant d'amender les modulations géographiques fixées dans le cadre de la RT2012 ;
  - Éléments concernant d'autres modulations nécessaires, le cas échéant.

## **2. CAHIER DES CHARGES**

Le domaine d'étude comprend :

### **3 usages et 5 bâtiments :**

- Maison individuelle :
  - 1 maison en 1N d'environ 89.49 m<sup>2</sup> de SHAB
  - 1 maison en R+C d'environ 100,9 m<sup>2</sup> de SHAB
- Immeuble collectif :
  - 1 immeuble de 40 logements d'environ 2 120m<sup>2</sup>
- Tertiaire :
  - 1 bâtiment de bureaux de 4000m<sup>2</sup>
  - 1 crèche de 550m<sup>2</sup>

### **3 zones climatiques :**

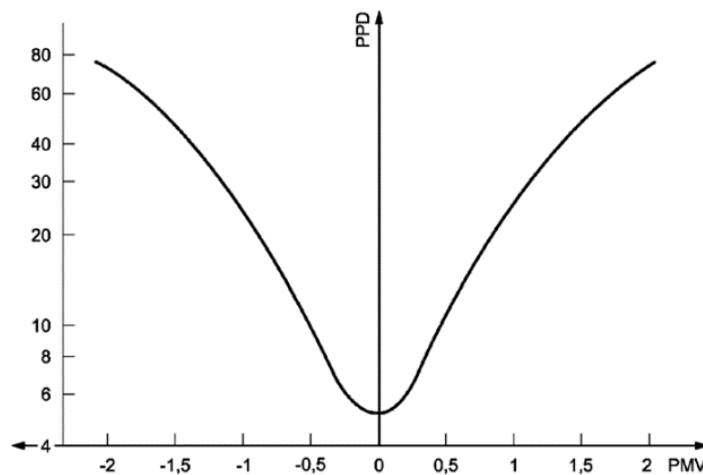
- H1a : Ile de France et Nord
- H2b : Nantes, façade ouest
- H3 : climat méditerranéen

### 3. RAPPEL DES GRANDEURS UTILISÉES

#### 3.1. LA NOTION DE CONFORT D'ÉTÉ

Deux normes définissent la notion de confort d'été :

- La norme NF EN ISO 7730 identifie des indicateurs caractérisant le confort chaud et le confort froid, en calculant :
  - **Le PMV** (*predicted mean vote*) qui correspond à un dépassement positif ou négatif (inconfort chaud et inconfort froid) par rapport à une valeur moyenne de 0. Cette valeur 0 dépend de la température opérative, de l'activité métabolique des occupants et de la vitesse d'air.
  - **Le PPD** qui évalue le pourcentage de personnes insatisfaites susceptibles d'avoir trop chaud ou trop froid à chaque valeur de dépassement par rapport à cette valeur 0.



Ainsi, plus le PPD s'écarte de la valeur moyenne, plus grande est la probabilité qu'il y ait des insatisfaits.

- La norme NF EN 15251 définit la notion de confort adaptatif. Elle permet une évaluation plus fine du confort thermique, en prenant en compte l'aspect d'adaptation d'une personne à une température élevée sur un scénario de plusieurs jours. Elle intègre d'autres critères de confort d'intérieur comme la qualité d'air, l'éclairage et l'acoustique qui ne rentrent pas dans le domaine du confort d'été.

#### 3.2. LA TEMPÉRATURE INTÉRIEURE CONVENTIONNELLE : TIC

Dans la RT2012 (arrêté du 26 octobre 2010), la température intérieure conventionnelle, notée Tic, est la valeur maximale horaire en période d'occupation de la température opérative, calculée pendant les 5 jours les plus chauds de l'année (scénario période caniculaire).

La température intérieure conventionnelle de référence retenue notée Ticref, est calculée pour le bâtiment de référence (même géométrie que celle du projet avec une inertie moyenne et facteurs solaires décrits dans l'annexe XI de l'Arrêté).

Pour le secteur résidentiel, la période d'occupation considérée est la journée entière. Elle est calculée en adoptant des données climatiques conventionnelles pour chaque zone climatique.

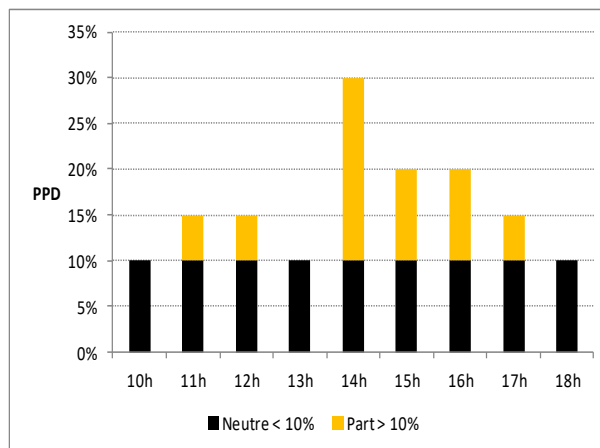
La Tic concerne pour l'essentiel les bâtiments d'habitation les notés CE 1 (article 7 I- 3 de l'arrêté du 26 octobre 2010) puisqu'elle est facultative pour bâtiments climatisés notés CE 2.

### 3.3. LA DUREE D'INCONFORT D'ÉTÉ STATISTIQUE : DIES

Dans le cadre de l'évolution de la réglementation thermique et environnementale, l'indicateur DIES est prévu pour caractériser une approche du confort des bâtiments.

La DIES est la Durée d'Inconfort Estivale Statistique. Cet indicateur est pondéré à chaque heure par le pourcentage de personnes en situation d'inconfort (pourcentage de personnes insatisfaites). Elle s'appuie sur les notions de confort adaptatif et de pourcentage d'insatisfaits. Elle s'exprime en heures :

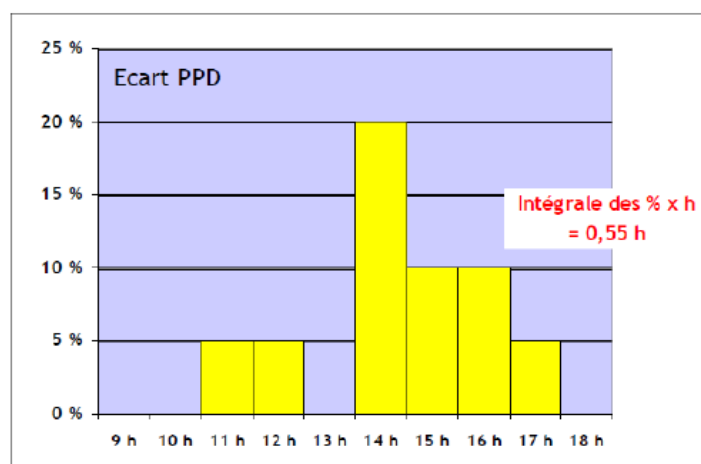
#### Exemple d'application



*Pourcentage de personnes insatisfaites à chaque heure sur 8 heures*

Les 10 premiers pourcents sont retirés, il est estimé par convention qu'il y aura 10% d'insatisfaits sur un groupe.

Ce qui modifie le graphique de la façon suivante :



$$Dies = \sum_{\substack{h \text{ telle que} \\ (Is\_occ\_zone(h)=1 \text{ et} \\ Is\_conf\_adapt(h)=1)}} \Delta PPD(h) = 0.55 h$$



### **3.4. LES DEGRES-HEURE**

Cet indicateur permet de déterminer la durée (nombre d'heures) durant lesquelles la température opérative de confort est dépassée (26°C ; 27°C ; 28 °C...). C'est l'indicateur qui est utilisé depuis de nombreuses années dans les référentiels HQE et qui est évalué via des simulations thermiques dynamiques. Il n'est actuellement pas disponible en données de sortie du moteur TH-D, et serait basé sur une future sortie du moteur de calcul RT remanié fournissant heure par heure la température intérieure du bâtiment.

### **3.5. LE BESOIN DE FROID : BFR**

En RT 2012, le besoin de froid est calculé uniquement lorsque le bâtiment est équipé d'un système de climatisation et correspond à un besoin de froid pour assurer une température intérieure hors période de chauffage de 26°C.

## 4. EXIGENCES MAXIMALES

### 4.1. EXIGENCE SUR LA TIC

L'exigence actuelle selon la RT2012 est la suivantes :  $T_{ic} < T_{ic_{ref}}$

La Tic du projet doit être inférieure à une Tic d'un bâtiment de référence avec des caractéristiques fixes.

La Tic permet de caractériser la température maximale atteinte dans le bâtiment lors d'une séquence caniculaire. Elle permet de s'assurer que le bâtiment ne devient pas impropre à sa destination lors d'un tel phénomène climatique. Elle ne permet pas à ce jour d'assurer un confort satisfaisant durant la période estivale. Elle peut cependant servir de garde-fou en période caniculaire afin d'éviter un pic de température.

### 4.2. EXIGENCES SUR LA DIES

L'indicateur de la DIES est exprimé en h alors qu'il ne correspond pas à un nombre d'heures réelles mais à un nombre d'heures pondérées par le taux d'insatisfaits. Il faut s'interroger sur la pertinence de le transformer en grandeur adimensionnée (*points*) selon la valeur absolue (*à voir selon le résultat final V8.1 et l'impact réel de l'ouvrabilité des baies et les scénarii retenus*).

Son mode de calcul actuel conduit, pour les logements individuels ou collectifs, à des valeurs extrêmement faibles, de 4 à 10 h quelle que soit la configuration de conception et les options d'équipements. En l'état, les résultats laissent penser que tous les logements neufs, quelle que soit leur conception et leur zone climatique, sont confortables en été. Cela ne représente en rien la réalité et cet affichage agit comme un contre-message.

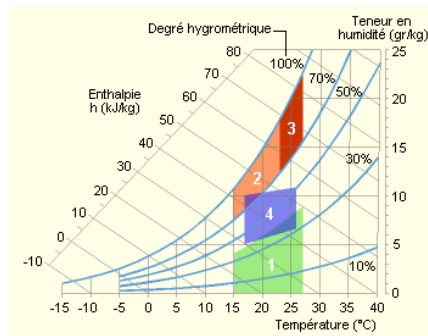
Cette valeur basse semblerait provenir en grande partie de la survalorisation de la surventilation par ouverture des fenêtres, ce point est à étudier précisément (*étude en cours*).

Si on ne considère pas comme ouvrable toutes les baies disposant d'un mécanisme d'ouverture mais seulement celles pouvant servir au rafraîchissement naturel, alors la valeur de Dies augmenterait et deviendrait cohérente en ordre de grandeur.

**→ Il est souhaitable d'étudier l'impact des différents scénarii d'ouverture des baies afin de ne pénaliser l'approche passive ni survaloriser l'approche active.**

De plus en logements, ces très faibles valeurs sont également dues au choix inapproprié de la courbe de température déclenchant le seuil d'inconfort. Ainsi, cette courbe ne déclenche aucun inconfort en dessous de 30°C en journée estivale et en dessous de 28°C la nuit. La température de 28°C ne peut pas être considérée comme une température de confort de nuit et n'est pas défendable eu égard aux éléments de connaissance partagés :

- La plage optimale de confort « température / humidité » est fixée à une température de l'air de 22°C et à une humidité entre 40% et 65% (Cf. schéma : zone 4). Les plages 1, 2 et 3 étant à éviter en raison de sécheresse, développements de bactéries, microchampignons et acariens (*sources : <https://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=10250#c20964513+c20964493+c2912+c2913>*)



La conséquence est que les températures prévues de 30°C en journée et 28°C sont trop élevées.

La proposition de diminution de 2°C paraît même trop faible au vu de ces éléments. La température idéale de sommeil se situe (toute l'année) entre 16 et 18°C (Dr Alain Muzet - Enquête INSV : Institut National du Sommeil et de la Vigilance- « Le Sommeil...et la Température » – de 2013).

En non résidentiel, cette courbe est calée sur la température de déclenchement de 26°C. Les résultats de DIES sont de fait nettement plus élevés de 55 à 247h, ce qui représente mieux la réalité et permet de guider des choix de conception passive associés à des équipements actifs en tant que de besoin.

#### 4.3. EXIGENCES SUR LES DEGRÉS-HEURES

Un indicateur basé sur des degrés-heures ne permet pas de prendre en compte la notion de confort adaptatif. Il ne peut donc pas être retenu comme un indicateur exigeantiel d'une réglementation. Il peut cependant être intéressant de restituer le nombre de degrés-heures pour l'hiver et le nombre de degrés-heures pour l'été, comme informations sur le projet.

## 5. LES PROPOSITIONS DE L'ÉTUDE

### 5.1. BFR

Le Bfr est calculé dès lors qu'un système de refroidissement actif est ajouté à un bâtiment, quelle que soit sa catégorie CE1 ou CE2. Cette grandeur doit permettre de faire des choix d'amélioration vis-à-vis du confort d'été.

Tous les bâtiments, qu'ils soient de catégorie CE1 ou CE2, doivent faire l'objet d'une conception bioclimatique permettant de réduire les besoins de refroidissement, que le bâtiment soit ou non équipé d'un système de climatisation active à sa réception.

Le besoin de froid évolue fortement selon la zone climatique, le type de bâtiment et les choix techniques de conception.

Aujourd'hui, pour les bâtiments en catégorie CE1, comme c'est le cas de 99,9% des logements, ce besoin de froid n'est pas calculé. Il n'est donc pas intégré ni au Bbio ni au Cep. Étant ignoré, le poids des besoins n'est pas estimé, le sujet est donc éludé reportant sur l'exploitation les décisions et le poids des consommations.

Cette carence conduit :

- Soit à l'implantation de systèmes de climatisation réversibles, bloqués en mode chaud lors de la livraison du bâtiment, puis basculés en mode réversible dès le lendemain.  
Ce qui pourrait concerner une majorité des maisons individuelles en zone climatique H3 voire H2 alors que la conception bioclimatique d'été n'a pas été optimisée, et qui conduirait à des consommations réelles de froid indûment élevées et non prises en compte dans le calcul RT2012.
- Soit à la livraison de bâtiments effectivement inconfortables à l'usage en été avec a posteriori l'implantation et l'utilisation de systèmes de climatisation « splits », ou de systèmes mobiles de climatisation dits « sauvages », avec des unités extérieures nécessitant de laisser les fenêtres ouvertes et dont les performances sont mauvaises entraînant là encore des surconsommations non prises en compte par la RT.

#### **LES PROPOSITIONS SONT :**

- Calculer systématiquement le Bfr pour tous les projets,
- Ajouter le Bfr au calcul du Bbio en kWh/m<sup>2</sup>.an dans tous les cas,
- Le calcul Cep prenant en compte les consommations liées au refroidissement. Les rendements des systèmes seront à définir, il appartiendra au réglementeur de définir ou non une valeur limite.

#### **→ A ce stade des études le groupement, ne peut pas se prononcer sur les aspects liés aux exigences réglementaires.**

- S'interroger à l'issue des études sur la pertinence de conserver ou non des catégories de bâtiments CE1 ou CE2. Pour les bâtiments autres que les logements : les exigences sont à redéfinir par sous-secteur (exemple catégorie CE2 systématique en bureau, CE1 systématique en enseignement,...).

## 5.2. DIES

Pour que la réglementation ne masque pas l'inconfort d'été dans les logements, il nous semble primordial de revoir la courbe de température de déclenchement de l'inconfort en logement, pour la réduire de 2°C par rapport à la courbe actuelle.

**Par ailleurs, les scénarii retenus d'ouverture des baies et des portes doivent être étudiés pour que ceux retenus soient représentatifs et réalistes en fonction des expositions aux bruits et des usages.** De plus, la valeur de DIES doit impérativement être suffisamment importante pour permettre aux concepteurs d'apprécier les différentes variantes pour améliorer le confort.

Les valeurs de DIES très faibles pour le logement inversent parfois les hiérarchies logiques :

Pour une même maison individuelle de plain-pied, la DIES est de 6,3h en zone H1a, 8,4h en zone H2b et 6,1h en zone H3. La même maison est donc nettement plus inconfortable (+30%) à Nantes qu'à Marseille. Cette maison située à Dunkerque serait d'ailleurs moins confortable en été que si elle était située à Marseille.

Ces inversions sont essentiellement dues et liées à la pondération du nombre d'heures de dépassement d'une température de confort par un pourcentage d'insatisfait fluctuant et minoré. Nous émettons d'importants doutes sur la pertinence du cumul de la variation des températures de confort selon les règles du confort adaptatif (*cf. EN 15251*) avec le % d'insatisfait selon l'écart à la température de confort (*cf. ISO 7730*) et d'autre part, du % d'insatisfait pour caractériser l'inconfort d'été dans une réglementation.

La très faible valeur de DIES en logement conduit à écraser les gains liés à des choix de conception ayant pourtant fait leurs preuves en matière de conception bioclimatique d'été.

Exemple : en logement collectif en zone H1a, le passage d'un système de ventilation simple flux hygro-réglable à un système de ventilation double flux avec bypass en été et surventilation nocturne permet de gagner seulement 2,1h de DIES.

**Cet écrasement est dû au double effet : mauvais choix de courbe de température de déclenchement du seuil d'inconfort et multiplication d'un nombre d'heures par un pourcentage d'insatisfaits volontairement minoré.**

### **LES PROPOSITIONS SONT :**

- Exprimer la DIES en points et non en heures si besoin, à décider à l'issue des calculs,
- Vérifier la modélisation de la surventilation par ouverture des fenêtres, en particulier les scénarios d'ouvertures. Étudier un scénario pour les zones BR2 et BR3 (et nuit pour BR1) pour retenir une conception passive du confort et un soutien par les équipements actifs en tant que de besoin.
- Recaler la courbe de température de déclenchement du seuil d'inconfort pour le logement 2 degrés en dessous de l'actuelle soit à 26 °C (Si la température de confort devait rester à 28°C, il est impératif d'ajouter 2 indicateurs complémentaires du nombre d'heure d'inconfort à  $T^{\circ} 28^{\circ}\text{C} - 1\text{K}$  et  $T^{\circ} 28^{\circ}\text{C} - 2^{\circ}\text{K}$ ).
- Le groupement souhaiterait que, durant cette phase de calage de l'indicateur réglementaire, les résultats intermédiaires de calcul soient restitués (nbe h > 26°C, PPD, PMV, ...) au pas horaire et non pas uniquement cumulés sur l'année, pour permettre de faire des

propositions plus abouties et précises de mode de calcul de l'indicateur d'inconfort d'été. Cela permettrait notamment de définir si un indicateur d'inconfort non pondéré d'un pourcentage d'insatisfait permettrait d'obtenir des résultats plus cohérents car en l'état, ce coefficient multiplicateur est très minorant et inverse régulièrement les hiérarchies.

Il est nécessaire de corriger les bugs identifiés et notamment le cas des brasseurs d'air pour les remettre à un niveau réaliste et d'intégrer leurs consommations électriques dans le Cep.

Le moteur de calcul de la DIES doit obligatoirement intégrer le calcul des bénéfices du puits climatique.

### **5.3. Tic**

La Tic permet de caractériser la température maximale atteinte dans le bâtiment lors d'une séquence caniculaire. Elle permet de s'assurer que le bâtiment ne devient pas impropre à sa destination lors d'un tel phénomène climatique.

#### ***LES PROPOSITIONS SONT :***

- Conserver le calcul systématique de la Tic, que le bâtiment soit climatisé ou non,
- Afficher systématiquement l'indicateur Tic dans les résultats RE2020,
- Définir une valeur maximale à ne pas dépasser, tout comme l'article R.111-6 du CCH qui permet de s'assurer que les logements neufs peuvent être chauffés à une température décente en toute situation climatique.