

フランス本土とフランス海外圏における 新築建築物に係る断熱規制に規定される夏の快適性

Marie-Christine Roger

Justine Bonenfant



エコロジー・持続可能開発・
エネルギー省

www.developpement-durable.gouv.fr

住宅・地域間平等・農村問題省

www.territoires.gouv.fr

新築建築物に係る規制における夏の快適性

新築建築物に係る断熱規制の要求事項

三つの性能関連の要求事項：

建築構造物のエネルギー効率に関する最小限の要求事項

– バイオクライマティック・ニーズ：

$$Bbio < Bbio_{max}$$

3つの用途（暖房、冷房、照明）

最大消費量に関する要求事項：

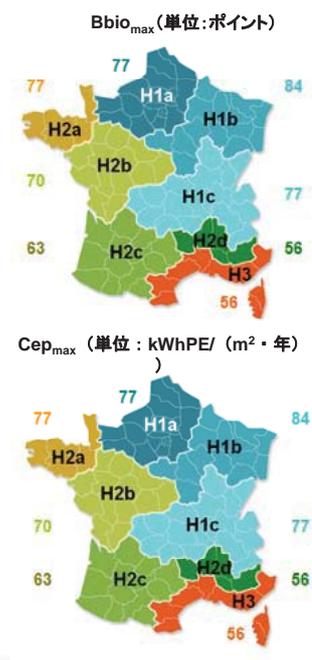
$$Cep < Cep_{max}$$

平均値 $50 \text{ kWh}_{PE} / (\text{m}^2 \cdot \text{年})$ が目標

5つの用途（暖房、家庭用温水設備、冷房、照明、付帯設備
（ファン、ポンプ）が対象）

夏の快適性に関する要求事項：“ $Tic < Tic_{ref}$ ”

最良の実施慣行を奨励するためのその他のリソースに
関する要求事項



新築建築物に係る規制における夏の快適性

■ フランス本土の夏の気候条件

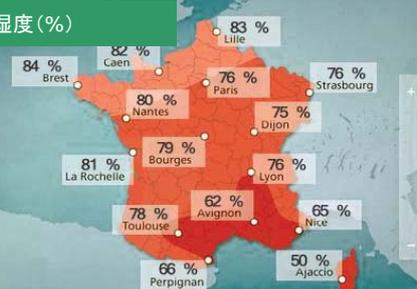
フランスの北から南まで気候条件は変化しやすい：

- 温度
- 太陽放射
- 降雨量
- 相対湿度
- ...

平均最高気温(夏季)



フランスにおける平均湿度(%)



エコロジー・持続可能開発・エネルギー省／住宅・地域間平等・農村問題省

- 3 -

新築建築物に係る規制における夏の快適性

■ 現行の指標：Tic

• この指標は標準的な使用条件下で到達する建築物内部の最高有効温度を表す：

- 建築物の用途に応じた内部熱取得
- プロジェクトの地理的地域とその標高に応じた気候データ
 - 外気温
 - 太陽放射
 - 風速
- 移動式保護装置の管理
- 窓の開閉管理



エコロジー・持続可能開発・エネルギー省／住宅・地域間平等・農村問題省

- 4 -

新築建築物に係る規制における夏の快適性

■ 現行指標：Tic

Tic値の計算は次のようなプロジェクトの実際の実績に基づくものである。

- 慣性
- 断熱性のレベル
- ガラス表面の太陽光係数
- 不透明な壁の太陽光係数
- 太陽光スクリーン
- 建築物の方位



エコロジー・持続可能開発・エネルギー省／住宅・地域間平等・農村問題省

- 5 -

新築建築物に係る規制における夏の快適性

■ 現行の作業：DIES

夏の快適性の指標を向上させることに関する調査を現在実施中である。

その目的は、下記を満たす新たな指標を定めることにある。

- 不快の継続時間と強さの特性を示すもの
 - 夏の快適性に寄与する低エネルギー機器（例えば地面に設置した熱交換器など）の使用を促すことができるもの
- 夏の快適性に関する課題を考慮した建築物の設計を促すもの

このように、これらの研究は「不快の総継続時間」に焦点を当てたものとなっている。

エコロジー・持続可能開発・エネルギー省／住宅・地域間平等・農村問題省

- 6 -

新築建築物に係る規制における夏の快適性

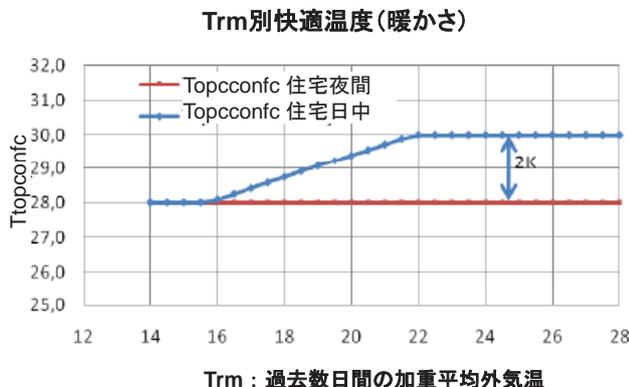
■ 現行の作業 : DIES

「快適温度」の定義 :

□ 基本的な快適温度は居住用については28°C、その他の用途については26°Cである。

□ この温度はEN 15251規格に定められる「適応快適性」を考慮するように修正される。

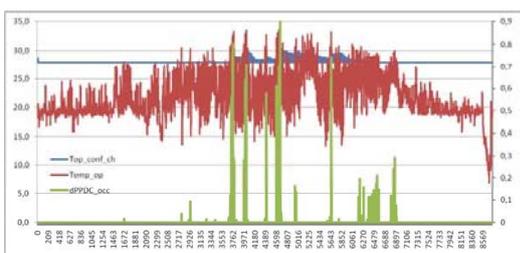
□ プロジェクトの有効温度が一時間おきに快適温度と比較される。



エコロジー・持続可能開発・エネルギー省/住宅・地域間平等・農村問題省

新築建築物に係る規制における夏の快適性

■ 現行の作業 : DIES



計算段階 :

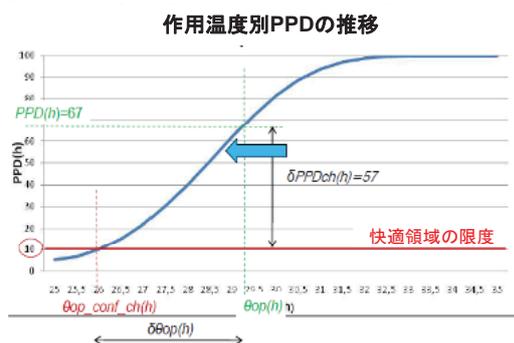
1. 有効室内温度の定義

• 快適温度の決定 (EN 15251)

• 上記の二つの温度の差を計算

• 不快に感じる人の割合 (PPD(h)) の計算 (ISO 7730規格に基づくもの)

$$\bullet \text{DIES} = \sum_{h=1}^{8760} \frac{\text{PPD}(h)}{100}$$



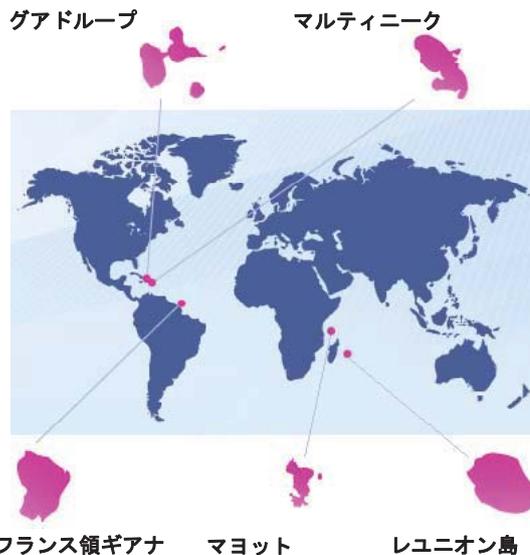
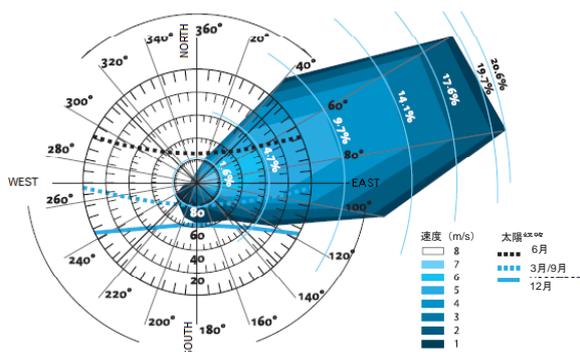
エコロジー・持続可能開発・エネルギー省/住宅・地域間平等・農村問題省

熱帯気候における規制

・フランスの海外領土における気候 (Départements d'Outre-Mer - DOM)

フランス領ギアナ：赤道に近く、熱帯収束帯の影響を受ける湿潤な赤道気候

- 最低 - 最高気温(°C)：22°C - 31°C
- 相対湿度：65% - 95%
- 降雨量：3,000 mm/年
- 風：

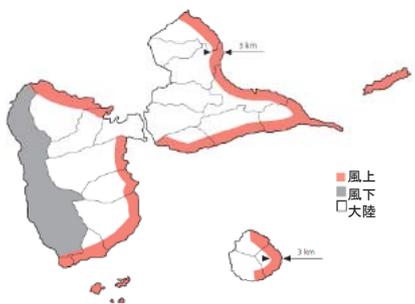


エコロジー・持続可能開発・エネルギー省／住宅・地域間平等・農村問題省

熱帯気候における規制

・フランスの海外領土における断熱規制 (海外県 - DOM)

グアドループとマルティニーク：海洋の影響と（東向きの）貿易風により緩和された熱帯性気候

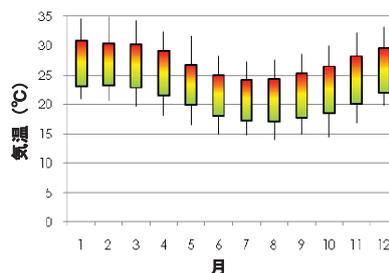


グアドループの風向き、RTG（グアドループの断熱規制）

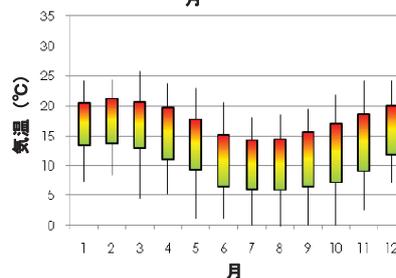
マヨット：海洋の影響により緩和された熱帯性気候

レユニオン島：高度により顕著な違いがある熱帯性気候：

沿岸部：



標高 800 m以上：



エコロジー・持続可能開発・エネルギー省／住宅・地域間平等・農村問題省

熱帯気候における規制

・ フランスの海外領土における断熱規制 (海外県 - DOM)

グアドループ
人口405,739
1,628 km²

マルティニーク
人口212,645
1,128 km²



フランス領ギアナ
人口250,109
83,846 km²

マヨット
人口212,645
376 km²

レユニオン島
人口840,974
2,512 km²

熱帯気候を考慮しているため、規制はフランス本土のものとは異なる。
最初の規制は2010年5月：**RTAA, Réglementation Thermique, Aération et Acoustique** (断熱、換気、音響規制)
現在では次のような数種類の規制が施行されている。

| | 策定者 | 対象 | 名称 | |
|----------|----------------|----------------------|---------------|-------------|
| グアドループ | 地方当局 (レジオン) | 新築のオフィス、住宅、 企業の建物 | RTG | |
| マルティニーク | | | RTM | |
| フランス領ギアナ | 国 | 新築住宅 | RTAA | |
| レユニオン島 | | | 新築の社会 福祉住宅 | 簡素化 RTAA |
| マヨット | | | | |

エコロジー・持続可能開発・エネルギー省／住宅・地域間平等・農村問題省

熱帯気候における規制

・ RTAA : リソース規制

| 要素 | 目標 | リソース |
|-----------|------------------------------------|--|
| 断熱 | 熱湿氣的快適性 エネルギー節減 再生可能エネルギーの使用 | 太陽放射に対する保護 熱的快適性のための自然換気 家庭用温水設備用の太陽エネルギー |
| 換気 | 熱湿氣的快適性 室内の空気の質 | 自然の衛生的な換気 空調を備えた住宅および高レベルの屋外騒音がある住宅に即した措置 |
| 音響 | 音響的快適性 健康 | 屋内騒音に対する保護 ・ 垂直方向の隔離用パーテーションと水平方向のパーテーションの減衰レベル ・ 開口部同士の間最短距離 ・ 機器用の最大騒音レベル 屋外騒音に対する保護 |

エコロジー・持続可能開発・エネルギー省／住宅・地域間平等・農村問題省

熱帯気候における規制

RTAA：断熱要素

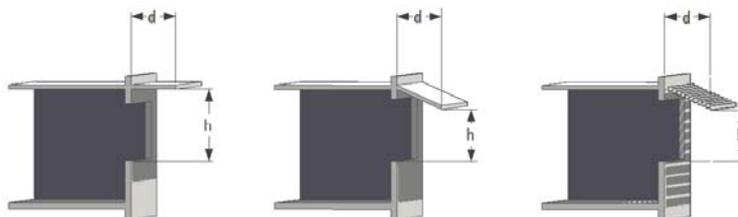
太陽光放射に対する保護：

最大太陽光係数（入射する太陽エネルギーと、壁または開口部経由で伝えられるエネルギーとの比率）

| | |
|-----------------------|---------------|
| 屋根 | $S \leq 0.03$ |
| 壁 | $S \leq 0.09$ |
| 開口部 - 空調が設置されていない部屋 | $S \leq 0.65$ |
| 開口部 - 空調が設置されている部屋 | $S \leq 0.25$ |
| 屋根に開けることは禁止されている水平開口部 | |

開口部の場合： $S = S_o \times C_m$

C_m ：開口部平面の外側に位置するシェード・スクリーン / サンシェードの効果を表す



エコロジー・持続可能開発・エネルギー省／住宅・地域間平等・農村問題省

熱帯気候における規制

RTAA：断熱要素

自然換気：

- 主な部屋についてはすべて外気を取り入れた自然換気を行うものとする。
- 正面の開口部の最小開口比率：15% — 25%
換気の方向は各県の定めるところに従う。
- 空気の流れの循環を促すための内部パーティションに関する規則。
- 天井ファン用の接続部を予め設置するか、または場合により天井ファンに関する要求事項を定める。
- 建築物に空調が設置されている場合は気密性。

家庭用温水設備：

- 家庭用の温水需要の少なくとも半分を満たすことのできる太陽熱ヒーターを設置する義務。
大抵の場合、サーモサイフォンを設置。

エコロジー・持続可能開発・エネルギー省／住宅・地域間平等・農村問題省

熱帯気候における規制

・ RTG/RTM : 断熱性能基準への適合

- 建築物について達成すべき性能には次の二種類がある。
 - 建築物の躯体部の最小限のエネルギー効率 : $BBIO \leq BBIO_{ref}$
(用途 : 建築物に空調が設置されている場合に限り、冷房と照明の性能について検証を行うこと)
 - 熱的快適性指標 : $ICT \leq ICT_{ref}$
(建築物内の全住居について検証を行うこと)

BBIOとICTの定義は、フランス本土に適用されるRT 2012の定義とは異なる。

- $BBIO_{ref}$ と ICT_{ref} についてはRTAAIに適合するとされる同等の建築物との関連で評価を行う。
- RTGとRTMについても若干のリソース関連の要求事項が課される。
- オフィスと企業に関しては、BBIO指標に関してのみ検証を行わなければならない。

エコロジー・持続可能開発・エネルギー省／住宅・地域間平等・農村問題省

ご清聴有難うございました

エコロジー・持続可能開発・エネルギー省／住宅・地域間平等・農村問題省

Summer comfort in the Thermal Regulations (*Réglementation Thermique*) for new buildings in metropolitan France and in French overseas *départements*

Marie-Christine Roger

Justine Bonenfant



MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE,
DU DÉVELOPPEMENT DURABLE
ET DE L'ÉNERGIE
www.developpement-durable.gouv.fr

MINISTÈRE DU LOGEMENT,
DE L'ÉGALITÉ DES TERRITOIRES
ET DE LA RURALITÉ
www.territoires.gouv.fr

Summer comfort in the Regulations for new buildings

Requirements of the Thermal Regulations for new buildings

Three performance requirements:

Minimum energy efficiency requirement for the building structure – the bioclimatic need:

$$B_{bio} < B_{bio_max}$$

3 uses (heating, cooling and lighting)

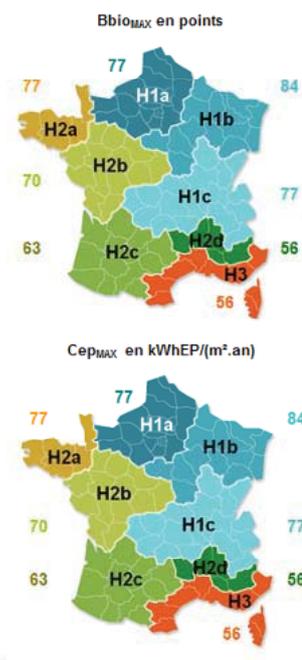
Maximum consumption requirement:

$$Cep < Cep_{max}$$

target of a mean value of 50 kWh_{PE}/(m².year)
5 uses accounted for (heating, domestic hot water production, cooling, lighting and ancillaries (fans and pumps))

Summer comfort requirement: "Tic < Tic_{ref} "

Requirements for additional resources to encourage best practices



Summer comfort in the Regulations for new buildings

• Summer climatic conditions in metropolitan France

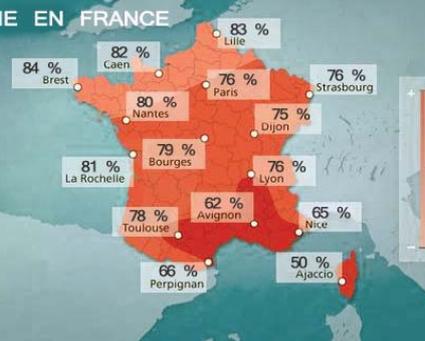
Variable weather conditions from the North to the South of France:

- Temperature
- Solar radiation
- Rainfall amount
- Relative humidity:
- ...

T°C MAXIMALES MOYENNES
En été



HUMIDITÉ MOYENNE EN FRANCE
en %



MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE L'ÉNERGIE / MINISTÈRE DU LOGEMENT, DE L'ÉGALITÉ DES TERRITOIRES ET DE LA RURALITÉ

Summer comfort in the Regulations for new buildings

• The current indicator: Tic

• This represents the maximum operative indoor temperature reached in standardised conditions of use:

- Internal gains according to the use of the building
- Climatic data according to the geographical area of the project and its altitude

- Outdoor temperatures
- Solar radiation
- Wind speed

- Management of mobile protections
- Management of opening of windows



MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE L'ÉNERGIE / MINISTÈRE DU LOGEMENT, DE L'ÉGALITÉ DES TERRITOIRES ET DE LA RURALITÉ

Summer comfort in the Regulations for new buildings

▪ The current indicator: Tic

The calculation of the Tic value is based on the actual characteristics of the project:

- Inertia
- Level of insulation
- Solar factors of glazed surfaces
- Solar factors of opaque walls
- Solar screens
- Aspect of the building



MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE L'ÉNERGIE / MINISTÈRE DU LOGEMENT, DE L'ÉGALITÉ DES TERRITOIRES ET DE LA RURALITÉ

Summer comfort in the Regulations for new buildings

▪ Current works: DIES

Research is currently being carried out into improving the summer comfort indicator

The aim is to define a new indicator that:

- characterises the duration and intensity of discomfort
 - allows for the promotion of low-energy equipment that contributes to summer comfort (e.g. ground-coupled heat exchangers, etc.)
- promotes building designs that take account of summer comfort issues.

The studies are thus focusing on the "Cumulative duration of discomfort"

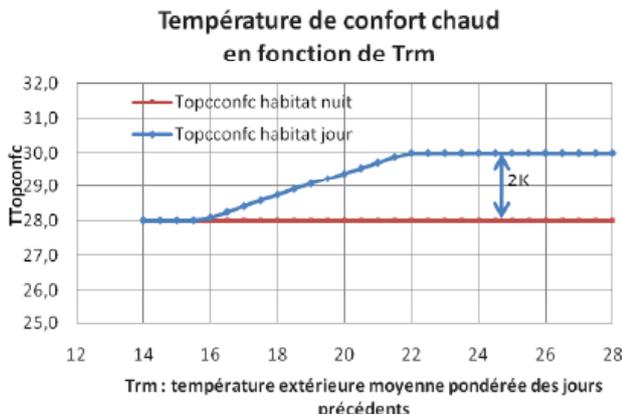
MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE L'ÉNERGIE / MINISTÈRE DU LOGEMENT, DE L'ÉGALITÉ DES TERRITOIRES ET DE LA RURALITÉ

Summer comfort in the Regulations for new buildings

Current works: DIES

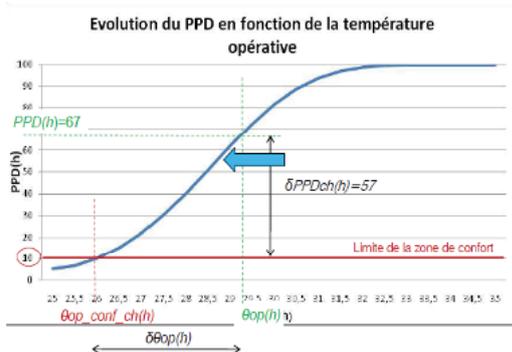
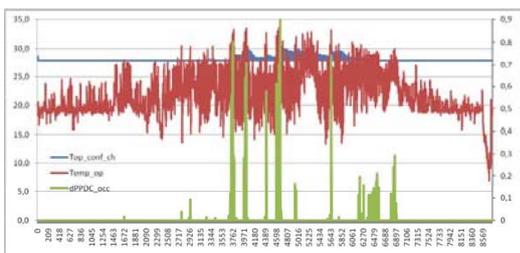
Definition of "comfort temperature":

- ❑ The basic comfort temperature is 28° C for residence and 26° C for other uses
- ❑ This temperature is corrected to take account of "adaptive comfort" as defined by the EN 15251 standard
- ❑ The operative temperature for the project is compared to the comfort temperature at each hourly interval



Summer comfort in the Regulations for new buildings

Current works: DIES



Calculation stages:

1. Definition of the operative indoor temperature
1. Determination of the comfort temperature (EN 15251)
1. Calculation of the difference between these two temperatures
1. Calculation of the percentage of unsatisfied people ($PPD(h)$) (based on the ISO 7730 standard)

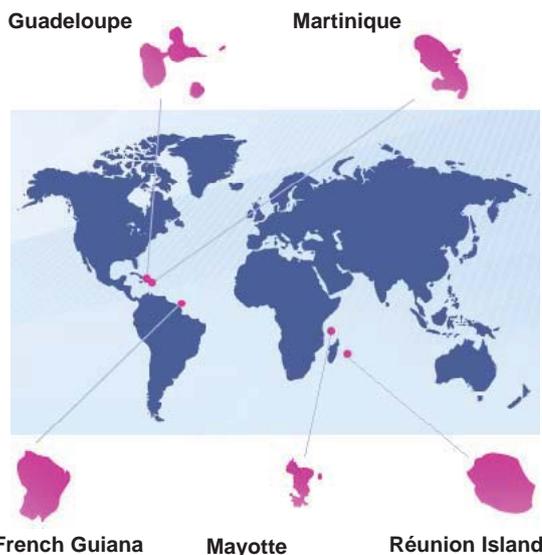
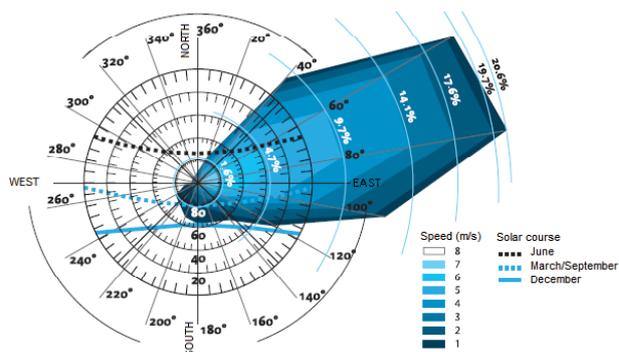
$$1. \text{DIES} = \sum_{h=1}^{8760} \frac{PPD(h)}{100}$$

Regulations in a tropical climate

Climate in French Overseas territories (Départements d'Outre-Mer - DOM)

French Guiana: close to the Equator, wet equatorial climate subject to the influence of the intertropical convergence zone

- Min. - max. T°C: 22°C - 31°C
- Relative humidity: 65% - 95%
- Rainfall amount: 3,000 mm/year
- Wind:



Regulations in a tropical climate

Thermal Regulations in French Overseas territories (Départements d'Outre-Mer - DOM)

Guadeloupe and Martinique: Tropical climate tempered by maritime influences and the trade winds (Eastern).

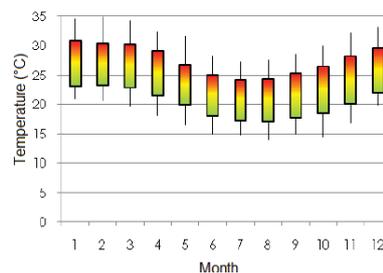


Wind zoning for Guadeloupe, RTG (Thermal Regulations for Guadeloupe)

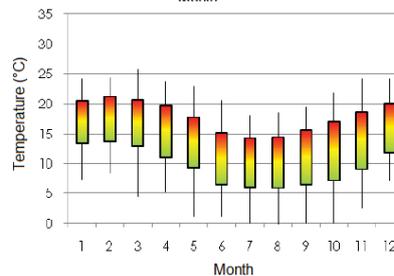
Mayotte: Tropical climate tempered by maritime influences

Réunion Island: tropical climate with notable differences in altitude:

Coastal:



Above 800 m:



Regulations in a tropical climate

Thermal Regulations in French Overseas territories (Départements d'Outre-Mer - DOM)

Guadeloupe

405,739
inhabitants
1,628 km²

Martinique

212,645
inhabitants
1,128 km²



French Guiana

250,109 inhabitants
83,846 km²

Mayotte

212,645
inhabitants
376 km²

Réunion Island

840,974
inhabitants
2,512 km²

Regulations differ from metropolitan France in order to take account of the tropical climate
First regulation in May 2010: **RTAA**,
Réglementation Thermique, Aération et Acoustique (Thermal, Ventilation and Acoustic Regulations)

Today, several regulations are in force:

| | Drawn up by | For | Name |
|----------------|----------------------------|-------------------------------------|--------------------|
| Guadeloupe | Local authorities (Region) | New offices, housing and businesses | RTG |
| Martinique | | | RTM |
| French Guiana | State | New housing | RTAA |
| Réunion Island | | | New social housing |
| Mayotte | | | |

MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE L'ÉNERGIE / MINISTÈRE DU LOGEMENT, DE L'ÉGALITÉ DES TERRITOIRES ET DE LA RURALITÉ

- -

Regulations in a tropical climate

RTAA: resource regulations

| Components | Goals | Resources |
|--------------------|---|---|
| Thermal | Hygrothermal comfort Energy savings Use of renewable energies | Solar radiation protection Natural ventilation for thermal comfort Solar energy for domestic hot water production |
| Ventilation | Hygrothermal comfort Indoor air quality | Natural hygienic ventilation Measures specific to housing with air-conditioning and housing subjected to high level of outdoor noise |
| Acoustic | Acoustic comfort Health | Indoor noise protection <ul style="list-style-type: none"> • level of attenuation of vertical separative partitions and horizontal partitions • minimum distances between openings • maximum noise levels for equipment Outdoor noise protection |

MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE L'ÉNERGIE / MINISTÈRE DU LOGEMENT, DE L'ÉGALITÉ DES TERRITOIRES ET DE LA RURALITÉ

- -

Regulations in a tropical climate

▪ RTAA: thermal component

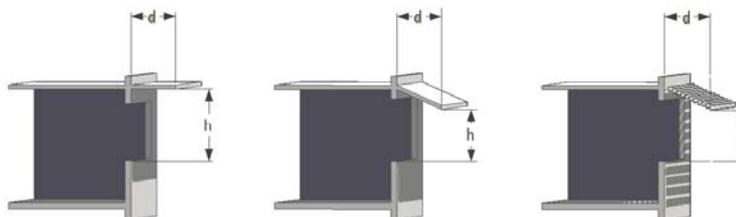
Solar radiation protection:

Maximum solar factor (ratio between the incident solar energy and the energy transmitted through a wall or opening)

| | |
|---|---------------|
| Roof | $S \leq 0.03$ |
| Walls | $S \leq 0.09$ |
| Openings – rooms without air conditioning | $S \leq 0.65$ |
| Openings – rooms with air conditioning | $S \leq 0.25$ |
| Horizontal openings prohibited on the roof. | |

For openings: $S = S_o \times C_m$

C_m : describes the effect of a shade screen / sunshade situated outside the plane of the opening



MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE L'ÉNERGIE / MINISTÈRE DU LOGEMENT, DE L'ÉGALITÉ DES TERRITOIRES ET DE LA RURALITÉ

--

Regulations in a tropical climate

▪ RTAA: thermal component

Natural ventilation:

- All main rooms shall be naturally ventilated by an outside air flow.
- Minimum ratio of openings on façades: from 15% to 25% according to the *départements* in the direction of the flow.
- Rules on internal partitions to facilitate the circulation of air flow.
- Pre-installed connection for ceiling fan or requirement for a ceiling fan in certain cases.
- Airtightness if the building is air-conditioned.



Domestic hot water production:

- Obligation to install a solar water heater if at least half of the domestic hot water needs can be met.

Installation of a thermosyphon in most cases.

MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE L'ÉNERGIE / MINISTÈRE DU LOGEMENT, DE L'ÉGALITÉ DES TERRITOIRES ET DE LA RURALITÉ

--

Regulations in a tropical climate

▪ RTG/RTM: achieving a thermal performance standard

- Two types of performance to be achieved for buildings:

Minimum energy efficiency of the building shell: $BBIO \leq BBIO_{ref}$

(uses: production of cooling and lighting, to be verified only if the building is equipped with air-conditioning)

Thermal comfort indicator: $ICT \leq ICT_{ref}$

(to be verified for all dwellings in buildings)

The definitions of BBIO and ICT differ from those given in the RT 2012 which applies to metropolitan France.

- $BBIO_{ref}$ and ICT_{ref} are evaluated in relation to an **equivalent building said to conform to the RTAA**.
- The RTG and RTM also impose certain resource requirements.
- For offices and businesses, only the BBIO indicator must be verified.

Thank you for your attention