



Synthèse des enseignements et guide de bonnes pratiques



Les certificats
d'économies
d'énergie



TABLE DES MATIERES

1. Qu'est-ce que le projet COOLIBRI ?	4
2. Analyse contextuelle par territoires	5
3. Les brasseurs d'air	8
4. La climatisation	9
5. Les intérêts du couplage.....	11
6. Les différents systèmes de couplage.....	12
7. Les clés d'un couplage réussi	15
8. Prescriptions pour la mise en place du couplage	17
9. Applications du couplage.....	18
10. La Réunion – Climatisation indépendante : Bâtiment A3	19
11. La Réunion – Climatisation centralisée : Bâtiment A1E.....	23
12. Guadeloupe – Climatisation indépendante : Bureau Equinoxe...	27
13. Autres cas d'étude : La Réunion – Climatisation indépendante : EDF Moufia	30
14. Autre cas d'étude : La Réunion – Climatisation centralisée : Siège EDF.....	32
15. Synthèse	34

FINANCEURS



EQUIPE TECHNIQUE



LE PROGRAMME OMBREE

Lancé en 2020, le programme OMBREE est dédié aux professionnels ultramarins.

L'AQC (Agence Qualité Construction) assure le portage et le pilotage en s'appuyant sur 4 partenaires locaux pour sa mise en œuvre : KEBATI en Martinique, AQUAA en Guyane, la SPL Horizon à La Réunion et le CAUE pour la Guadeloupe.

L'objectif du programme OMBREE est de participer à la réduction des consommations d'énergie, via des actions de sensibilisation, d'information et de formation. Le programme vise également à favoriser les échanges et les collaborations inter-outre-mer, en s'appuyant sur des initiatives déployées en Guadeloupe, Guyane, Martinique, à La Réunion et à Mayotte.

CONTEXTE

Le projet **COOLIBRI** s'inscrit dans un objectif de maîtrise de la demande en énergie **dans les territoires d'outre-mer**, où les conditions climatiques tropicales entraînent une généralisation de la climatisation, en particulier dans les bâtiments tertiaires.

Dans ces territoires, le rafraîchissement des bâtiments représente **le premier poste** de consommation d'énergie. Le développement urbain, le réchauffement climatique et les pratiques constructives actuelles renforcent davantage cette dépendance énergétique.

Il arrive que les solutions bioclimatiques ne soient pas suffisantes, et la climatisation tend à devenir systématique, y compris dans des bâtiments neufs pourtant soumis à des réglementations thermiques spécifiques (RTAA DOM, RT Guadeloupe-Martinique, etc.).

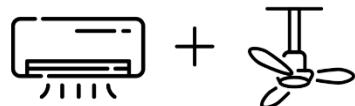
Qu'est-ce que le projet COOLIBRI ?

1. Qu'est-ce que le projet COOLIBRI ?

LE PROJET COOLIBRI REPREND UNE IDEE SIMPLE

Plutôt que d'opposer ventilation et climatisation, pourquoi ne pas les utiliser ensemble intelligemment ?

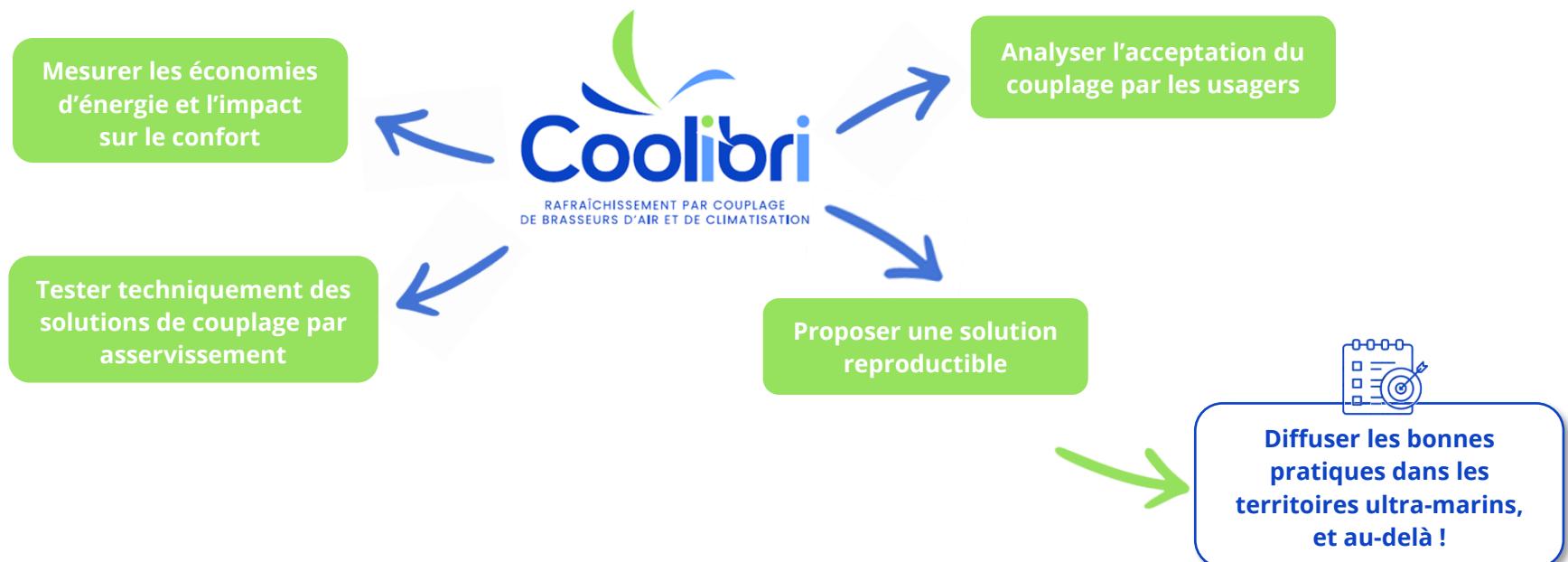
L'usage combiné de **brasseurs d'air et de climatiseur**, également appelé solution **mixte** ou **hybride**, permet :



- De limiter l'usage de la climatisation en durée et en puissance.
- D'améliorer le confort thermique par augmentation de la vitesse d'air sur les occupants (accélération des échanges thermiques et effet d'évaporation).
- De remonter la consigne de température sans perte de confort.
- Donc de réduire les consommations d'énergie de manière significative.

On s'intéresse plus précisément dans ce projet au **couplage/asservissement** des deux systèmes : le climatiseur ne peut pas être enclenché si le brasseur d'air n'est pas au préalable allumé. Nous avons cherché une **réponse technique simple, peu coûteuse, reproductible et adaptée** au contexte ultramarin.

LES OBJECTIFS DE COOLIBRI



2. Analyse contextuelle par territoire

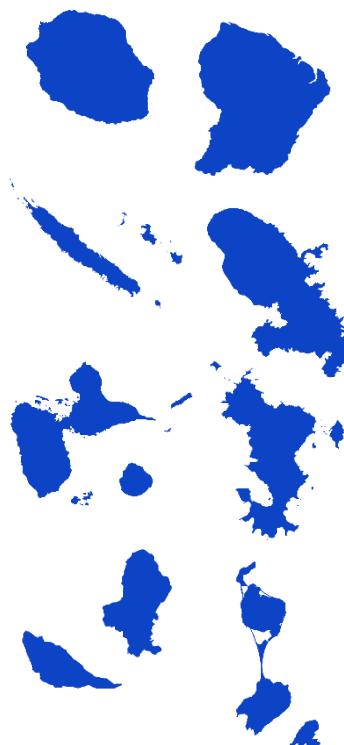
DES REGLEMENTATIONS SPECIFIQUES

En France hexagonale

La RE 2020 nationale privilégie les **solutions passives** et une **conception bioclimatique** pour limiter les surchauffes, tout en réduisant le recours à la climatisation.

Les brasseurs d'air, bien que non cités, s'inscrivent dans cette logique en améliorant le confort thermique et l'efficacité énergétique.

Dans les territoires ultramarins



Les réglementations encadrent la construction de logements neufs en outre-mer en tenant compte du climat local, avec un focus sur la ventilation naturelle, les protections solaires et une isolation adaptée.

Pour le secteur tertiaire, en complément **des guides comme PERENE ou PREBAT** promouvant des solutions bioclimatiques pour limiter la climatisation, le décret tertiaire fixe désormais des valeurs de consommations énergétiques à respecter pour 2030, 2040, 2050.

Ces textes reconnaissent l'intérêt des brasseurs d'air pour le confort et l'efficacité énergétique, mais leur **couplage avec la climatisation reste peu traité et n'est pas évoqué dans les textes réglementaires**.

Les freins aux solutions passives

Les contraintes à l'usage des solutions passives varient selon les territoires ultramarins mais présentent tout de même **des similitudes**, en lien avec leur climat, géographie et urbanisation.

Par exemple :

ANTILLES

L'humidité élevée, la densité urbaine, les nuisances sonores et la pollution du trafic routier, les sargasses (odeurs) limitent fortement la ventilation naturelle.

LA REUNION

La topographie crée des microclimats. La ventilation dépend des alizés et brises thermiques, mais elle est souvent entravée en zones urbaines bruyantes.

MAYOTTE

Le climat chaud et humide, la présence d'insectes, l'urbanisation dense et les enjeux de sécurité freinent l'ouverture des logements, réduisant la circulation de l'air.

Quel que soit le territoire, les usages peuvent aussi **limiter l'intégration des solutions passives** : dans le secteur hospitalier, par exemple, les exigences d'intimité ou de confort ne restreignent-elles pas leur application ? Malgré l'importance de la sensibilisation des usagers pour réduire l'utilisation des systèmes actifs, les contraintes d'usage imposent parfois leur recours.

USAGE DES BRASSEURS D'AIR ET DE LA CLIMATISATION

La Réunion

- Les **brasseurs d'air à courant alternatif** sont fréquents dans les secteurs résidentiel et tertiaire, et intégrés dans les bâtiments bioclimatiques récents.
- Les projets privilégient des **solutions passives**, combinant **ventilation naturelle, brasseurs d'air et climatisation**, permettant souvent de **réduire l'usage de la climatisation** une grande partie de l'année.
- La **climatisation reste présente**, principalement via des **splits muraux** (65 % des petits bureaux), représentant **53 % de la consommation énergétique** du tertiaire (étude ARTELIA, 2020).
- Près de la moitié des sites tertiaires disposent de **systèmes centralisés** (majoritairement eau glacée), pouvant porter la part de la climatisation à **plus de 60 %** en cas de dérives de pilotage ou de régulation.
- Un potentiel d'économie existe grâce à une meilleure conception, maintenance, régulation et couplage avec les brasseurs d'air.

À La Réunion, les brasseurs d'air sont plus répandus que dans d'autres territoires ultramarins : en 2022, ils ont représenté plus de la moitié des primes MDE versées sur le territoire.

Saint-Barthélemy & Saint-Martin

- La climatisation est **omniprésente**.
- Le déploiement des **brasseurs d'air est encore limité**, mais représente un fort potentiel d'économies d'énergie.
- Il existe de fortes contraintes liées aux réseaux non interconnectés et à l'urbanisation non contrôlée.

- Ces territoires, du fait de leur **taille réduite** et de leur **consommation énergétique globale plus faible**, peuvent tirer parti d'actions de **maîtrise de la demande en énergie pour réduire la dépendance à la climatisation et améliorer l'efficacité énergétique** du parc bâti.

Guadeloupe & Martinique

- La **climatisation est très répandue** et utilisée toute l'année, en raison de **l'humidité élevée**.
- Selon **ARTELIA (2020)**, elle représente **47 % de la consommation des bâtiments tertiaires**, les bureaux et commerces concentrant **74 % de cette consommation** (SYNERGILE, 2021).
- **Moins de 20 % des foyers** disposaient de **brasseurs d'air** en 2020, mais leur diffusion augmente rapidement grâce aux **aides EDF AGIR PLUS**.
- En 2022, **157 307 brasseurs d'air** ont été installés en Guadeloupe via le **cadre de compensation MDE** ; la plupart sont à **moteur courant continu**, jusqu'à **10 fois plus économies** que les modèles à courant alternatif.
- Les **brasseurs d'air restent moins répandus en Martinique** qu'à Mayotte (étude COCO).

Ces installations concernent surtout le **résidentiel**, sans couplage avec la climatisation existante, laissant un **potentiel d'optimisation** via une gestion intégrée.

Guyane et Mayotte

- La climatisation est largement déployée dans ces territoires, en raison de climats chauds et humides, et représente une part importante de la consommation électrique, surtout en zones urbaines.
- L'urbanisation moins dense qu'aux Antilles entraîne des consommations globalement plus modestes, **mais les enjeux de maîtrise de la demande en énergie (MDE) restent majeurs**.
- En Guyane, les réseaux non interconnectés peuvent limiter l'efficacité des programmes de MDE, mais le potentiel d'économie via solutions passives et brasseurs d'air reste important.
- À Mayotte, le nombre de **logements équipés d'au moins un climatiseur** augmente, et la climatisation + froid alimentaire peut représenter jusqu'à 55 % de la consommation d'un foyer (Maorénov').
- Le déploiement des brasseurs d'air **reste limité**, mais leur usage, seul ou couplé à la climatisation, est un levier clé pour réduire la consommation énergétique.

→ La climatisation représente souvent **le premier réflexe** pour résoudre les problématiques d'inconfort thermique.

DES ALTERNATIVES SIMPLES MAIS PEU MOBILISEES

Des solutions techniques alternatives existent **pour réduire** les consommations électriques de climatisation.

Exemples de solutions passives (amélioration du bâti dans un objectif de sobriété énergétique) :

- Limiter les apports externes (protections solaires).
- Evacuer les apports internes (ventilation naturelle).

Parmi les systèmes actifs, **le couplage entre brasseurs d'air et climatisation** représente une solution intéressante.



Le couplage est le fait d'utiliser de manière simultanée le brasseur d'air et la climatisation.

Cette solution permet de limiter l'usage de la climatisation **en durée et en puissance**, sans compromis sur le confort.

3. Les brasseurs d'air

L'installation de brasseurs d'air dans tous les espaces occupés des bâtiments représente un **gisement d'économies d'énergie considérable**. Dans les territoires ultra-marins, on estime que l'usage des brasseurs d'air pourrait réduire de façon significative les consommations électriques des bâtiments, tertiaires ou résidentiels.

RAFRAICHISSEMENT PAR BRASSEUR D'AIR



Quels sont les principaux atouts ?

Un brasseur d'air est équipé d'une hélice qui, en tournant, génère un flux d'air créant une sensation de fraîcheur sur la peau.

- Le brasseur d'air consomme **10 à 30 fois** moins que de la climatisation pour le même espace.
- Pas de fluide frigorigène, impact environnemental réduit.
- Le flux d'air repousse les moustiques.
- Adapté à la construction neuve et réhabilitation.

Références



PERGOLA

<https://www.pergola-outremer.fr/ressource/brise-guide-des-brasseurs-dair/>

Des règles pratiques plus complètes de conception, de mise en œuvre et d'entretien pour les brasseurs d'air sont définies dans les guides BRISE et les livrables du projet BRASSE.

L'Agence Qualité Construction propose également dans le cadre du projet OMBREE, des calepins d'autocontrôle brasseurs d'air pour les espaces individuels, collectifs et industriels qui intègrent également des points de vérifications à la réception des systèmes.

COMPRENDRE LES DIFFÉRENCES POUR BIEN CHOISIR

Les brasseurs d'air peuvent fonctionner soit en **courant alternatif (AC)**, soit en **courant continu (DC)**. Le type de moteur a un impact direct sur la consommation, le confort d'usage et la régulation.

Moteur à courant alternatif – AC :

- Technologie classique, actuellement moins chère à l'achat.
- Réglage des vitesses moins précis (3 vitesses).
- Présence d'un condensateur de démarrage sensible aux variations de tension des zones insulaires non interconnectées.

Moteur à courant continu – DC :

- 2 à 3 fois moins consommateur.
- Réglage des vitesses plus fin (jusqu'à 6 vitesses).
- Pas de condensateur = plus fiable.
- Absence de balai dans le moteur, réduction des frottements = augmentation de la durée de vie.

Quels sont les modes de régulation ?

Pilotage de la vitesse de rotation.

Gestion centralisée et domotique

De plus en plus de modèles de brasseurs d'air sont compatibles avec des systèmes de gestion centralisée ou domotique, permettant un pilotage à distance, une régulation fine des vitesses et une intégration efficace avec les équipements de climatisation.

4. La climatisation

Nous nous limiterons aux systèmes de climatisation présents dans les bâtiments tertiaires type bureaux / administrations (applicable également aux particuliers) présents dans les territoires ultra-marins.

CLIMATISATION CENTRALISEE

Groupe d'eau glacée - GEG

- **Secteur d'application :** Grandes surfaces.
- **Installation type :** Système à condensation par air, pouvant être associé à une centrale de traitement d'air ou à des ventilo-convection.
- **Principaux atouts :**
 - Performances élevées (mutualisation des besoins).
 - Grand nombre d'unités intérieures.
- **Points sensibles :**
 - Grande technicité de maintenance requise.
 - Risque de condensation et/ou de fuites sur les réseaux intérieurs en climat tropical.
 - Espace d'installation important.
 - Peu adapté à la rénovation.
- **Mode de régulation :** Automate programmable, basé sur la température de retour de boucle.



Groupe Débit Réfrigérant Variable - DRV

- **Secteur d'application :** Tous tertiaires.
- **Installation type :** Technologie à débit variable.
- **Principaux atouts :**
 - Performances élevées (rendement énergétique).
 - Maîtrise de la consommation (débit variable).
 - Grande flexibilité d'installation.
 - Intégration architecturale du groupe extérieur.
 - Coûts d'exploitation réduits.
 - Confort optimisé.
- **Points sensibles :**
 - Quantité de fluide frigorigène importante, réglementation F-GAZ.
 - Grande technicité de maintenance.
 - Gestion des condensats.
 - Sensible aux erreurs de dimensionnement.
- **Mode de régulation :** Automate programmable, pilotage sur la température (consigne aux évaporateurs).



CLIMATISATION INDEPENDANTE

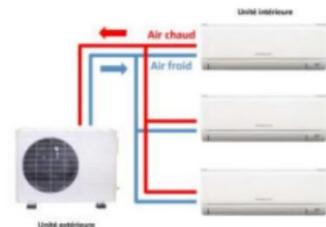
Mono-split

- **Secteur d'application :** Résidentiel ou tertiaire de faible surface.
- **Principaux atouts :**
 - Faible investissement.
 - Flexibilité.
 - Performances globales satisfaisantes.
 - Contrôle individuel.
 - Adapté à la réhabilitation.
- **Points sensibles :**
 - Quantité de fluide frigorigène selon le nombre d'installations, réglementation F-GAZ.
 - Capacité limitée.
 - Multiplication des unités de marques différentes, d'années différentes.
 - Impact esthétique de la multiplication des unités extérieures.
 - Moins performant en comparaison des systèmes centralisés lorsque la surface s'agrandit.
 - Moins propice à la gestion centralisée.
- **Mode de régulation :** Pilotage de la température de consigne, contact de feuillure sur les modèles récents.



Multi-split

- **Secteur d'application :** Résidentiel ou tertiaire de faible surface.
- **Principaux atouts :**
 - Flexibilité.
 - Adapté aux logements individuels.
- **Points sensibles :**
 - Moins flexible que le DRV.
 - Quantité de fluide frigorigène (selon le nombre d'unités intérieures), réglementation F-GAZ.
 - Installation complexe et intrusive.
 - Multiplication des unités de marques différentes, d'années différentes.
 - Plus bruyant qu'un DRV.
- **Mode de régulation :** Pilotage de la température de consigne, contact de feuillure sur les modèles récents.



SYNTHESE DES SYSTEMES DE CLIMATISATION

Catégorie	Type	Technologie	Neuf	Réhabilitation	Tertiaire	Logement
Refroidissement d'air	Climatisation centralisée	Eau glacée	x		x	
	DRV	x	x	x	x	x
	Climatisation indépendante	Multisplit	x	x	x	x
	Monosplit	x	x	x	x	x
Rafraîchissement d'air	Brasseurs d'air	Courant continu	x	x	x	x
		Courant alternatif	x		x	

5. Les intérêts du couplage

LE COUPLAGE, C'EST QUOI ?

Le couplage brasseurs d'air / climatiseur consiste à **lier le fonctionnement** de la climatisation à celui des brasseurs d'air, de manière à favoriser un usage **raisonné** de la climatisation.

Comment ça fonctionne ?

Lorsque le brasseur d'air est activé, il autorise le démarrage de la climatisation. Si le brasseur d'air est éteint, la climatisation ne peut pas se mettre en marche.



Ce système simple encourage un usage conjoint des deux équipements, **plus économique et plus sobre**.

Pourquoi les associer ?

- Déstratifier le gradient de température** dans les locaux.
- Réduction des chocs thermiques**.
- Réduire l'usage de la climatisation **dans la durée et l'intensité**.
- Prolonger la **durée de vie des climatiseurs** en réduisant leur sollicitation.

Les critères de la preuve de concept COOLIBRI

Facilité d'intégration en existant

Indépendant de toute marque

Retour sur investissement raisonnable

Mise en œuvre simple et accessible

LES ETUDES RECENTES

Références académiques

ECONOMIES D'ENERGIE POTENTIELLES

L'étude « Hybrid Cooling Leads to Significant Energy Savings in Tropical Office Buildings » menée par l'Université de Berkeley en 2023 a mis en évidence un potentiel **d'économie d'énergie de 32%** en comparant deux scénarios simples :



Scénario 1



Scénario 2

- Confort égal entre les 2 scénarios,
- 32% sur les consommations de rafraîchissement,
- Fort gain comparé à la facilité des travaux.

CONFORT DANS LES BATIMENTS EN MODE MIXTE

Boulinguez, M., Foucquier, A., & Castaing-Lasvignottes, J. (2025). Sensitivity analysis of Gagge's Standard Effective Temperature for fan-first cooling control strategy in tropical mixed-mode buildings. *Building and Environment*, 272, 112667.

Boulinguez, M., Castaing-Lasvignottes, J., & Foucquier, A. (2024, May). Pilotage des systèmes en rafraîchissement mixte centré sur le confort: une étude de sensibilité du modèle de Gagge pour une application en climat tropical. In *IBPSA Conference France 2024 (International Building Performance Simulation Association)*.

Les différents systèmes de couplage

Cette partie permet de récapituler tous les systèmes qui ont été testés durant cette étude.

Ils se distinguent en deux catégories :

- **Climatisation ancienne** : les unités intérieures de climatisation ne sont pas équipées d'une entrée On/Off, Tout Ou Rien (TOR), contact de feuillure.
- **Climatisation récente** : les unités intérieures sont équipées (ou équipables) d'une entrée On/Off, TOR, contact de feuillure.

LE RELAIS A SEUIL DE COURANT

Dans les paragraphes suivants, le terme de « relais à seuil de courant » est utilisé à plusieurs reprises.

Parmi toutes les solutions étudiées durant ce projet, la solution qui semble la plus simple d'un point de vue technique, économique et compatibilité est le **relais à seuil de courant**.

Comment ça fonctionne ?

Le relais à seuil de courant permet d'ouvrir ou de fermer un circuit lorsqu'une certaine intensité de courant est détectée.

Le relais à seuil de courant fonctionne comme un interrupteur ;

- En-dessous du seuil de courant, rien ne se passe, **le relais est dans sa position initiale** (dans notre cas ; ouverte, pour ne pas autoriser le fonctionnement de la climatisation).
- A partir du seuil, et au-dessus, le courant passant dans le relais génère un champ électro-magnétique **qui le fait changer de position**.

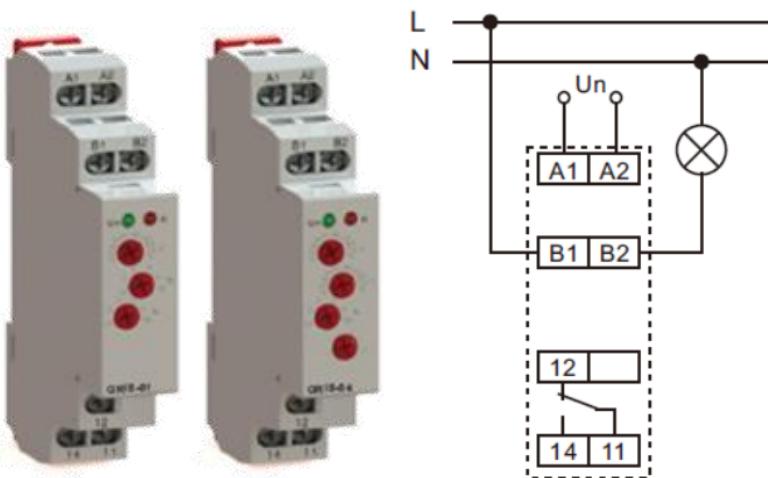
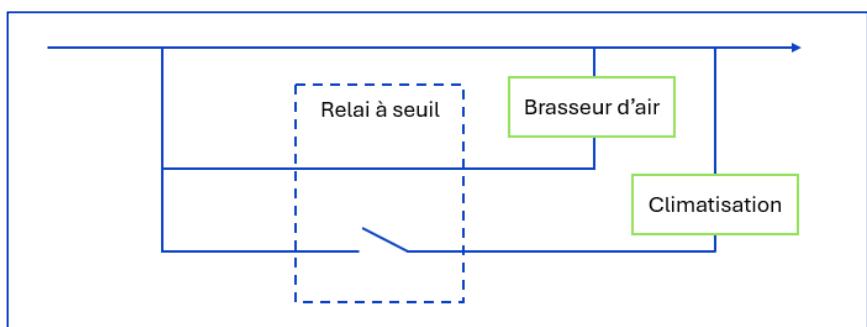


Photo d'un relais à seuil de courant (GEYA GRI8-01) et son schéma

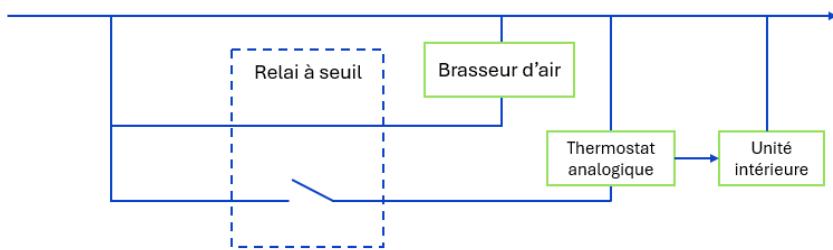


Principe de fonctionnement du relais à seuil de courant

CLIMATISATION ANCIENNE

Thermostat analogique

Lorsque les unités intérieures sont pilotées par un thermostat analogique, il est parfois possible d'intervenir directement dessus et de piloter ce thermostat.

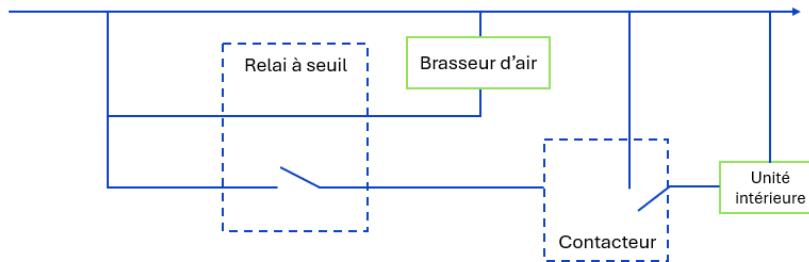


Pilotage de la climatisation via le thermostat analogique - Principe de fonctionnement

Pas de thermostat analogique

Lorsque les unités intérieures anciennes ne sont pas pilotées par un thermostat, une solution existe : piloter la climatisation via son alimentation électrique, par le biais d'un contacteur.

Attention, cette solution peut potentiellement endommager les unités intérieures.



Pilotage de la climatisation via contacteur – Principe de fonctionnement

Note : Le contacteur ici a été installé car, grâce à ses positions 0, 1 et auto, il nous permettait de forcer ou non le couplage, ce qui nous donnait de la flexibilité sur les scénarios.

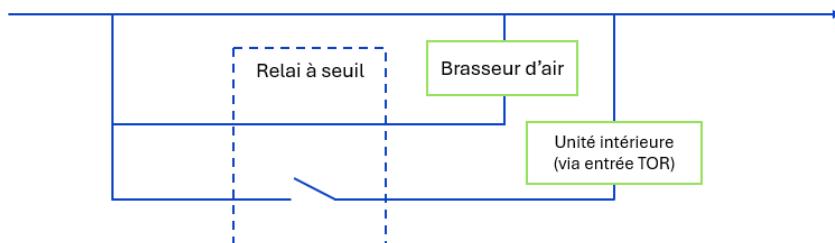
Les différents systèmes de couplage

CLIMATISATION RECENTE

Climatisation individuelle

Les unités intérieures récentes (split, ventilo-convecteurs) sont équipées d'une entrée avec une logique Tout Ou Rien (TOR) permettant de gérer les contacts secs ou contacts de feuillure.

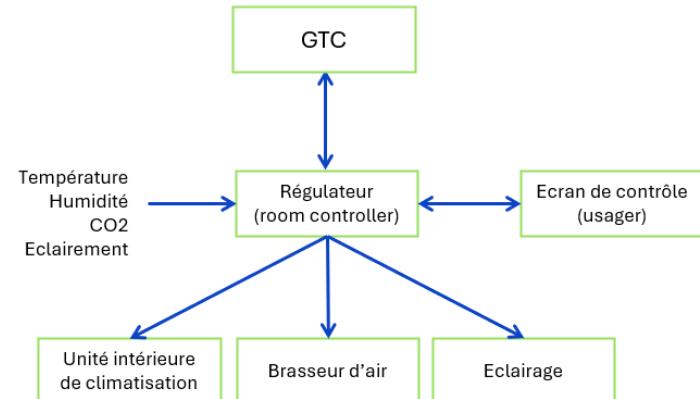
Ainsi, le fonctionnement est simplifié comme suit.



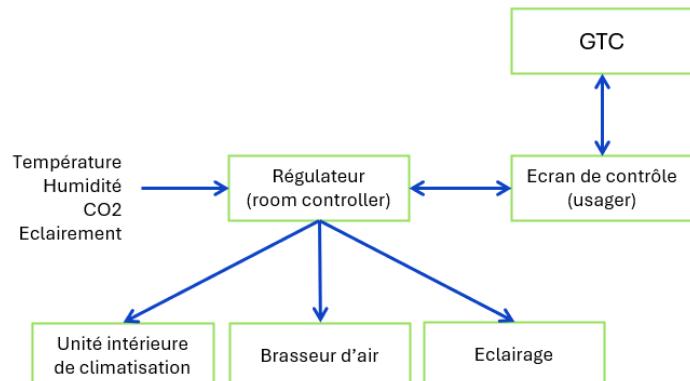
Pilotage de la climatisation via entrée TOR – Principe de fonctionnement

Climatisation centralisée

Lorsque la climatisation est centralisée, le principe est le même. Le schéma de principe ci-dessous reprend alors le fonctionnement général d'une GTC.



Pilotage de la climatisation via GTC (communication par le régulateur)



Pilotage de la climatisation via GTC (communication par l'écran de contrôle)

7. Les clés d'un couplage réussi

CONCEPTION

Conforme | Non-conforme | Sans objet

ENVELOPPE

1 Intégrer les **principes bioclimatiques** pour limiter les apports thermiques passifs.



2 Évaluer précisément les **charges thermiques** et les besoins frigorifiques.



3 S'appuyer sur des **simulations thermiques dynamiques** pour affiner les choix de conception.



SYSTEMES

4 Adapter le **système** de climatisation, de brasseurs d'air et de couplage au projet.



5 Soigner le **positionnement des unités de climatisation** pour éviter les effets de "douche froide".



6 Soigner le **calepinage des brasseurs d'air** (cf. calepins d'autocontrôles brasseurs d'air [PERGOLA Outre-Mer](#)).



7 Gérer l'**interaction entre les lots** pour la gestion du couplage (fluides / électricité).



8 Installer les unités extérieures dans un espace bien **ventilé**, à l'**ombre**, accessible, loin des zones sensibles au bruit.



9 Prévoir l'isolation **des conduits frigorifiques** pour éviter pertes et condensation.



10 Respecter les **longueurs maximales recommandées** pour les conduites de fluide frigorigène.



PREPARATION DE CHANTIER

MISE EN PLACE DU COUPLAGE

11 Les **limites de prestations** ont clairement été identifiées pour le couplage (fluides / électricité).



12 La **solution de couplage est clairement identifiée**, les équipements sont tous compatibles.



13 Les **scénarios de fonctionnement** en mode mixte sont établis.



RECEPTION

CONTROLES

14 Procéder à des **tests de fonctionnement** des équipements et des scénarios de fonctionnement.



15 Contrôler la **conformité des installations** avec les plans.



USAGERS

16 Des **commandes individuelles** sont présentes dans chaque pièce. Elles sont **ergonomiques** et facilitent la prise en main par l'usager.



EXPLOITATION ET MAINTENANCE

PEDAGOGIE

- 17** Mettre en place une sensibilisation active (orale) et passive (fiches d'information).
- 18** Assurer une sensibilisation continue pour les nouveaux arrivants.

MAINTENANCE

- 19** Documenter tous les réglages, ajustements et tests effectués.
- 20** Nommer un « référent énergie » et former les usagers au rafraîchissement couplé.
- 21** Réaliser un contrat de commissionnement et de maintenance et mettre en place un plan de maintenance dès la livraison.
- 22** Réaliser des maintenances préventives régulières (nettoyage des filtres, niveau de fluide frigorigène, des pales de brasseur d'air, etc)

SUIVI

- 23** Mettre en place un comptage d'énergie pour suivre les sous usages, détecter les pannes ou les défauts.



COUPLAGE BRASSEUR D'AIR & CLIMATISATION

1. Allumez le brasseur d'air



Adoptez-le bon réflexe : au lieu d'utiliser directement la climatisation en rentrant dans la pièce : allumez d'abord le brasseur d'air !

Tant que le brasseur d'air n'est pas allumé, le système de couplage vous empêchera de démarrer la climatisation.

2. Allumez la climatisation seulement si nécessaire



Si le brasseur d'air ne rafraîchit pas suffisamment la pièce, vous pouvez allumer la climatisation.

Une température fixe a été choisie pour allier confort et économie d'énergie !

3. Eteignez le brasseur et la climatisation quand vous quittez la pièce

Si vous éteignez uniquement le brasseur, le système est conçu pour éteindre automatiquement la climatisation au bout de 6 min.

Exemple d'affiche de sensibilisation au couplage

8. Prescriptions pour la mise en place du couplage

EXEMPLE D'EXTRAIT DE CCTP

Le démarrage de la climatisation des locaux ne devra être possible qu'une fois les brasseurs d'air activés. Pour ce faire, l'entreprise devra prévoir :

- **Côté brasseurs d'air :**
 - Un système de détection de leur fonctionnement.
- **Côté climatisation :**
 - Une entrée d'autorisation de fonctionnement raccordée au système de détection de la marche des brasseurs d'air.

Système de détection recommandé :

- Détection de la consommation d'énergie des brasseurs d'air par mesure du courant :
 - Réalisée à l'aide d'un relais à seuil de courant.
→ **Exemple :** Marque/type GEYA GRI8-01.
- Points d'attention concernant le relais à seuil de courant :
 - Contact disposant des positions **NO** et **NF** afin de permettre l'inversion de la logique en fonction des équipements de climatisation.
 - Détection pouvant être temporisée à l'apparition et à la disparition pour éviter des phénomènes de marche/arrêt intempestifs.
 - Niveau de détection adapté au courant de consommation des brasseurs d'air à leur vitesse minimale.

➔ **NB :** Dans le cas où l'asservissement concerne plusieurs brasseurs d'air (open space), la somme des courants pourra être prise en compte.

➔ **NB :** Attention aux brasseurs d'air en courant continu (DC), dont le courant de consommation est très faible en vitesse 1.

Système d'entrée d'autorisation de fonctionnement de la climatisation :

- **Pour les unités intérieures de climatisation :**
 - Utilisation du contact de feuille (généralement présent sur les systèmes DRV, à vérifier pour les systèmes à eau glacée selon leur vétusté).
 - Il peut être envisagé de couper l'alimentation des thermostats pour les UI à eau glacée, mais il faudra confirmer que la vanne d'eau glacée se ferme bien lors de la coupure d'alimentation.
- **Pour les systèmes SPLIT :**
 - Le système devra comporter une entrée d'asservissement dédiée.
 - **NB :** La coupure de l'alimentation est proscrite.

9. Applications du couplage

Dans le cadre du projet **COOLIBRI**, une phase d'expérimentation a été menée sur des bâtiments tertiaires à La Réunion et en Guadeloupe.

L'objectif : **tester concrètement le couplage** entre brasseurs d'air et climatisation dans des conditions réelles d'usage.

L'étude visait à :

- Evaluer les économies d'énergie réalisables.
- Mesurer le confort thermique perçu par les usagers.
- Vérifier la faisabilité technique et l'acceptabilité de la preuve de concept.

Numéro	Localisation	Type de cas	Typologie	Type de système	Type de couplage
1	La Réunion	Climatisation indépendante	Bureaux	Mono-split + brasseurs d'air AC	Relais à seuil de courant + contacteur sur l'alimentation des splits
2	La Réunion	Climatisation centralisée	Bureaux	GEG + brasseurs d'air AC Gestion GTC	La GTC assure la gestion conjointe des brasseurs d'air et des unités intérieures de climatisation
3	Guadeloupe	Climatisation indépendante	Bureaux	Mono-split + brasseur d'air DC	Rafraîchissement couplé manuellement
4	La Réunion	Climatisation indépendante	Bureaux	Mono-split + brasseur d'air AC	Relais à seuil de courant raccordé à l'autorisation électronique de fonctionnement du split
5	La Réunion	Climatisation centralisée	Bureaux	GEG + brasseurs d'air AC	Relais à seuil de courant raccordés à l'autorisation de fonctionnement des cassettes

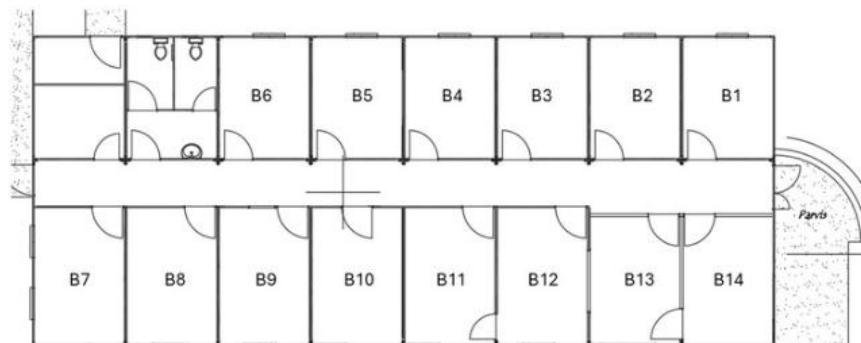
L'analyse des bâtiments expérimentaux est structurée en trois volets. Elle débute par une **présentation du site**. Elle se poursuit par une **description technique du système de rafraîchissement** et du dispositif de couplage mis en œuvre. Enfin, elle expose les **résultats mesurés**, en termes de performances énergétiques, de confort thermique et de retours d'usage, permettant d'évaluer l'efficacité du couplage dans des conditions réelles.

10. La Réunion – Climatisation indépendante : Bâtiment A3

CONTEXTE INITIAL

La Réunion

- Localisation :** Saint-Denis, La Réunion.
- Typologie :** Bâtiment de plain-pied d'une quinzaine de bureaux.
- Maitre d'ouvrage :** Université de La Réunion.
- Système :** Chaque bureau est équipé d'un mono-split et d'un brasseur d'air AC.
- Pilotage :** Les splits sont pilotés par télécommande sans fil, les brasseurs d'air via commande murale, des relais à seuil de courant ont été installés permettant de piloter des contacteurs raccordés sur l'alimentation des splits.
- Surface climatisée :** 156 m².
- Enveloppe thermique :** Construction modulaire de 2014. Qualité de l'enveloppe thermique moyenne, très peu de protections solaires, porosité faible, bureaux non traversants et environnement très minéral.



DESCRIPTION TECHNIQUE

Preuve de concept

Des relais à seuil de courant (GEYA GRI8-01) ont été installé pour que la climatisation ne fonctionne que si le brasseur d'air est en marche (détection de la consommation). Cette solution, **simple, économique et facile à installer**, est idéale pour les projets de réhabilitation.

Comme les unités intérieures sont anciennes, elles n'étaient pas pourvues d'entrée TOR (On/Off). De ce fait, nous avons utilisé un contacteur afin de piloter l'allumage de la climatisation via son alimentation.

Coût de la solution mise en place :



Si entrée ON/OFF : 150 à 200 €/bureau (14 à 18 €/m²clim)

Sinon* : 320 à 350 €/bureau (29 à 42 €/m²clim)

*Si le split n'est pas équipé d'une entrée de fonctionnement On/Off, il est nécessaire de rajouter un contacteur pour piloter son alimentation électrique.

SCENARIOS TESTES

Durant chacun des scénarios, les usagers ont champ libre sur les températures de consigne et la vitesse de rotation.



Climatisation seule



Couplage



Brasseurs d'air seuls

Les expérimentations ont été réalisées durant la saison chaude et humide, entre janvier et février.

FREINS RENCONTRES

Les mono-splits étaient vétustes (plus de 20 ans), ce qui a entraîné :

- Baisse des performances : nécessité de consignes plus basses pour un même confort (usure, encrassement),
- Surconsommation énergétique
- Certains splits sont tombés HS, nous supposons que l'intervention sur l'alimentation électrique couplée à la vétusté des équipements en est la raison.

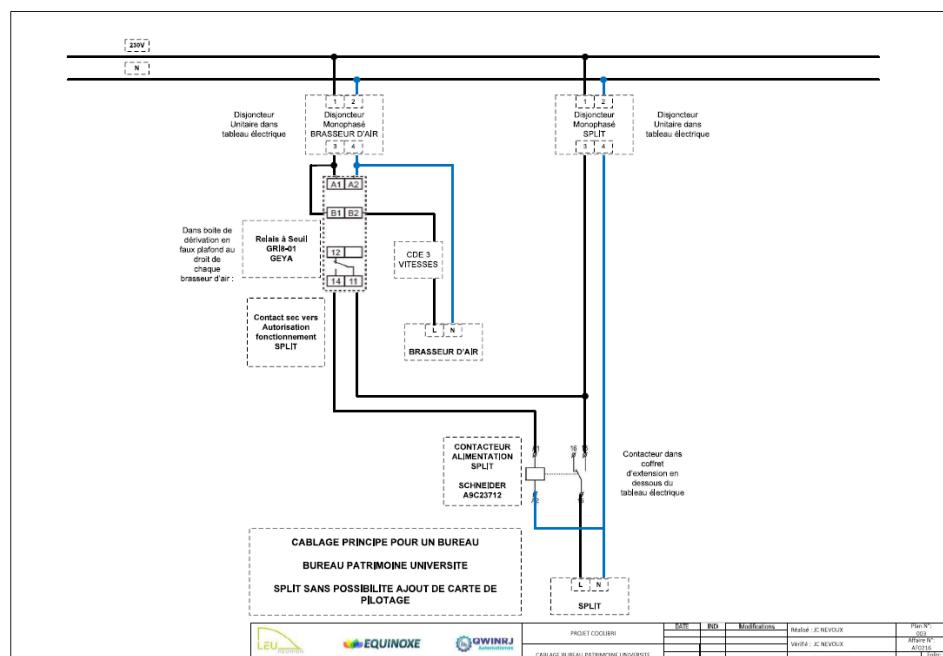


Schéma électrique de la solution mise en place

QUI SONT LES USAGERS ?

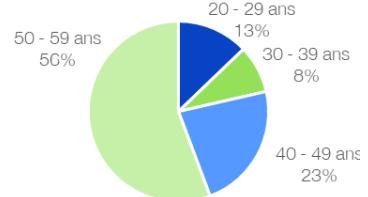
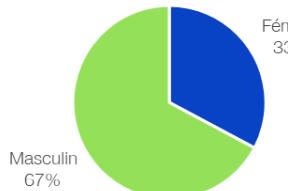
Pour le bâtiment A3, nous avons reçu 70 réponses étagées sur 3 semaines de campagne. Le bâtiment est occupé par 15 usagers.

Les usagers interrogés ont pour la plupart toujours vécu à La Réunion. Aucun n'est arrivé très récemment, ils sont donc tous adaptés au climat réunionnais.

La plupart des usagers ont accès à la climatisation en journée et chez eux et sont donc habitués à ce que leur confort thermique soit traité par la climatisation.

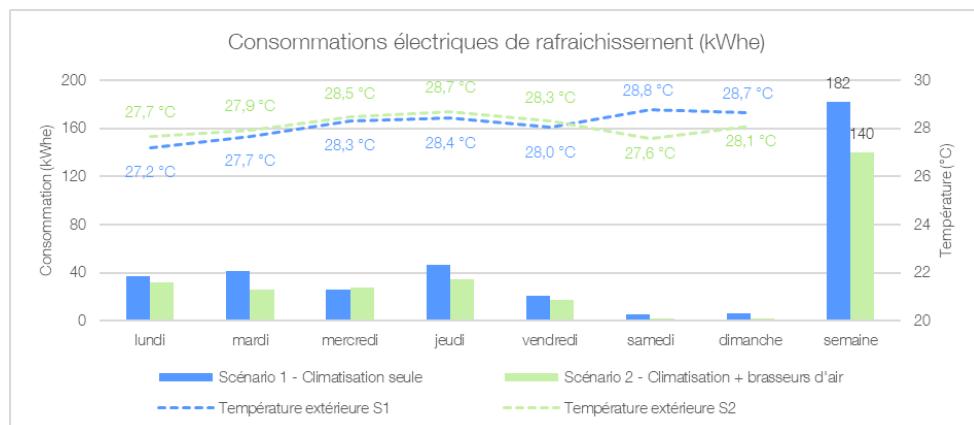
Note : Les usagers n'ayant pas accès à la climatisation à la maison habitent en altitude.

- **Gestion du confort :** Avant notre intervention, les usagers avaient tendance à utiliser le brasseur d'air avant la climatisation. Peu utilisaient également le rafraîchissement couplage.
- **Sexe et âge des participants :**

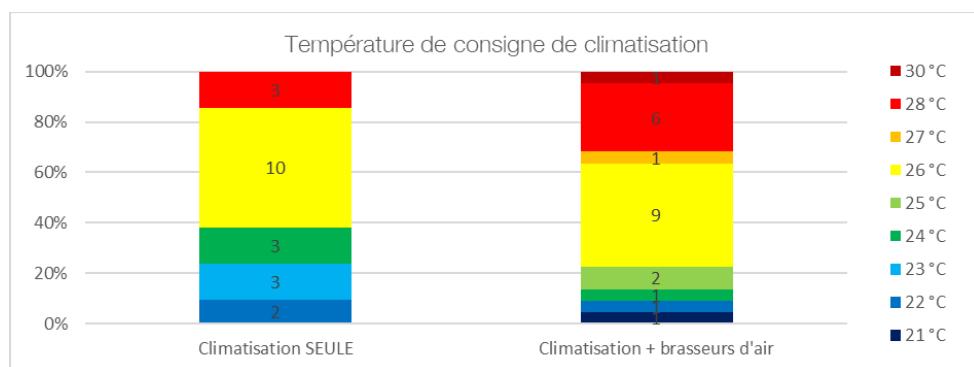


PERFORMANCES

Energétiques



- **-23%** de consommation de rafraîchissement sur la semaine,
- 10% de la consommation provient des brasseurs d'air.



- **80% de températures de consigne supérieures ou égales à 26°C** en scénario couplé VS 60% en climatisation seule,
- **Augmentation de 1°C** de la moyenne de température de consigne.

La Réunion - Climatisation indépendante : Bâtiment A3

Confort

Dans le bâtiment A3, les taux de satisfaction sont similaires entre le cas climatisation simple (scénario 1) et le cas couplé (scénario 2).

L'introduction des brasseurs d'air dans l'usage de la climatisation ne dégrade donc pas le confort perçu.

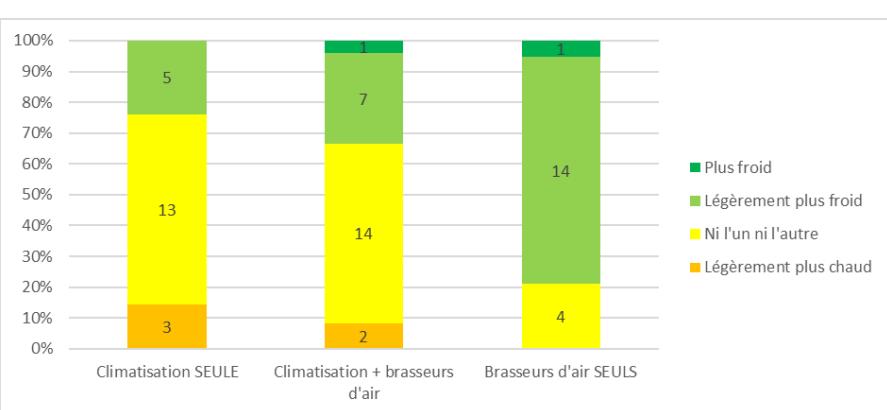
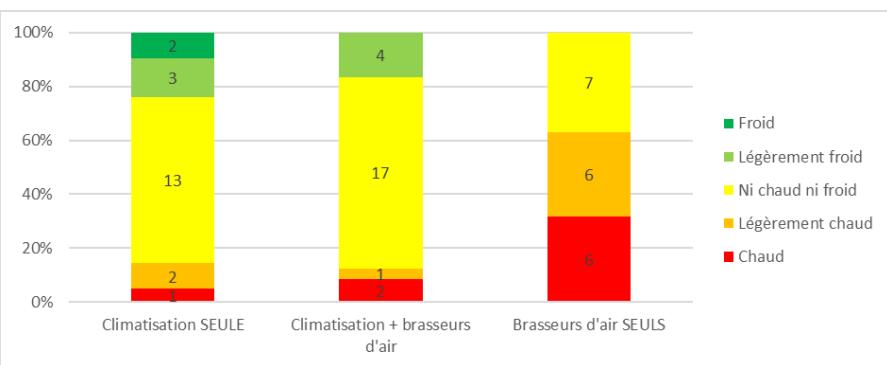
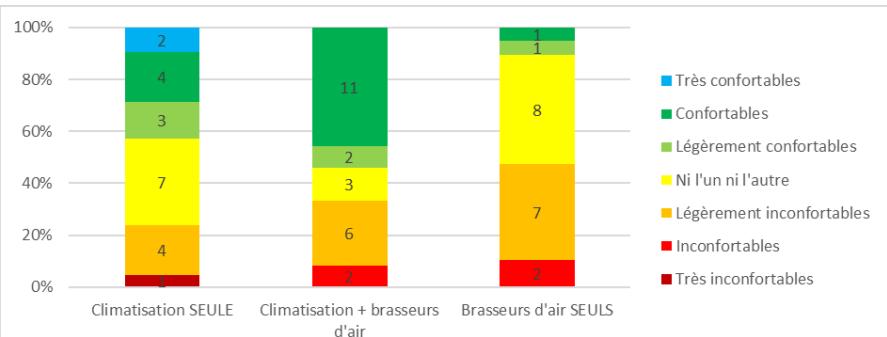
En scénario 2, la réponse majoritaire est "confortable", tandis qu'elle est "ni l'un ni l'autre" en scénario 1.

Il est possible que le fait de régulièrement répondre à un questionnaire sur le confort amène à mieux appréhender cette notion, ce qui est une forme de sensibilisation.

Les ressentis thermiques sont similaires entre les scénarios 1 et 2. Cela montre que, malgré l'augmentation des températures de consigne lors du changement de scénario, **le brasseur d'air permet de diminuer la température ressentie par les usagers**, et "compense" l'augmentation de la température de consigne.

En ce qui concerne le scénario 3 ; les usagers qui ont souhaité jouer le jeu malgré des conditions climatiques particulières permettent d'identifier que **certaines usagers sont plus susceptibles de tolérer l'absence de climatisation que d'autres**.

Ci-dessous sont également présentés quelques retours usagers que nous trouvons intéressants.



11. La Réunion – Climatisation centralisée : Bâtiment A1E

CONTEXTE INITIAL

La Réunion

- **Localisation :** Saint-Denis, La Réunion.
- **Typologie :** Bâtiment sur 2 niveaux d'une quinzaine de bureaux, dont des bureaux partagés.
- **Maitre d'ouvrage :** Université de La Réunion.
- **Système :** Groupe d'eau glacée récent et brasseurs d'air AC gérés par une GTB.
- **Pilotage :** Chaque pièce est équipée d'une tablette murale communiquant avec la GTB sur laquelle les usagers peuvent piloter les équipements de rafraîchissement. La climatisation est déjà asservie aux brasseurs d'air et a une limite de température de consigne.
- **Surface climatisée :** 270 m².
- **Enveloppe thermique :** Performance thermique moyenne, environnement semi minéralisé et semi végétalisé, débords de toitures au Nord, mais façades en béton et toiture tôle sans doublage ni isolant. Bureaux traversants et bonne porosité, cependant le GEG crée de fortes nuisances sonores.

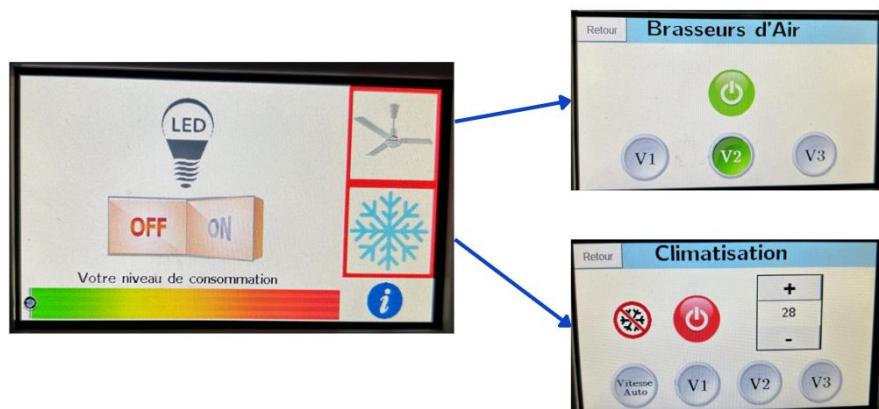


DESCRIPTION TECHNIQUE

Fonctionnement initial

Dans chaque bureau, une tablette permet de gérer la climatisation, les brasseurs d'air et l'éclairage.

La climatisation est bridée par la GTC sur sa limite basse de température de consigne ainsi que son allumage, conditionné au fonctionnement des brasseurs d'air.

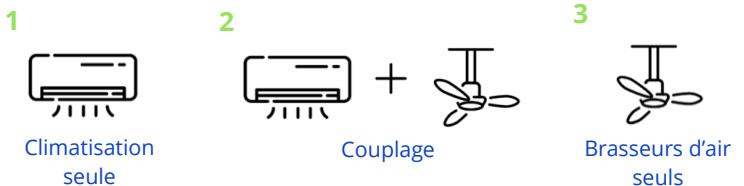


Preuve de concept

Le bâtiment A1E est équipé d'une Gestion Technique Centralisée (GTC) assurant le **pilotage du groupe d'eau glacée et des brasseurs d'air**. La GTC intègre une **logique de couplage** automatique : la climatisation ne peut être activée que si les brasseurs d'air sont en fonctionnement. La température de consigne est **régliable dans une plage de $\pm 2^{\circ}\text{C}$** par rapport à la température extérieure. Aucun dispositif complémentaire n'est requis, cette gestion étant entièrement assurée par la GTC.

SCENARIOS TESTES

Grâce à la GTC, nous avons pu tester plus de scénarios à partir des 3 scénarios types suivants.



- 20/01 – 24/01 : **climatisation seule**.
- 27/01, de 11h à 16h : **couplage à 26°C** (arrêté car les usagers se plaignaient fortement d'avoir froid).
- 27/01 16h – 31/01 : **couplage à 28°C** .
- 03/02, de 8h à 12h : **couplage à 30°C** (arrêté car les usagers se plaignaient fortement d'avoir chaud et humide).
- 03/02 12h – 07/02 : **couplage à 28°C** .
- 10/02 – 15/02 : **couplage à $30^{\circ}\text{C} +/- 2^{\circ}\text{C}$** .
- 18/02 – 22/02 : **couplage à $28^{\circ}\text{C} +/- 2^{\circ}\text{C}$** .

FREINS RENCONTRES

Le scénario « brasseurs d'air seuls » n'a finalement pas été testé à cause des conditions climatiques, sauf par les usagers souhaitant s'y essayer.



Coût de la solution mise en place : 800 à 950 €/bureau (44 à 52 €/m²clim)

QUI SONT LES USAGERS ?

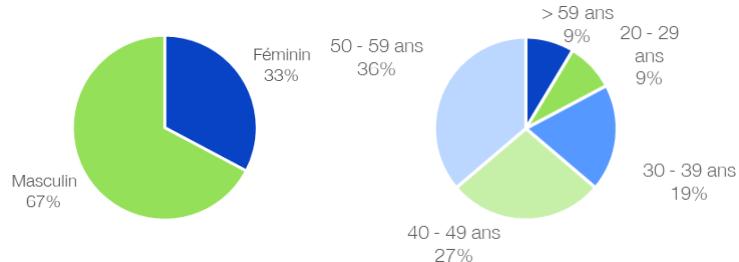
Nous avons reçu 58 réponses étalementes sur 4 semaines de campagne. Il est occupé par 20 usagers.

Les usagers interrogés ont pour la plupart toujours vécu à La Réunion. Aucun n'est arrivé très récemment, ils sont donc tous adaptés au climat réunionnais.

La plupart des usagers ont accès à la climatisation en journée et chez eux et sont donc habitué à ce que leur confort thermique soit traité par la climatisation.

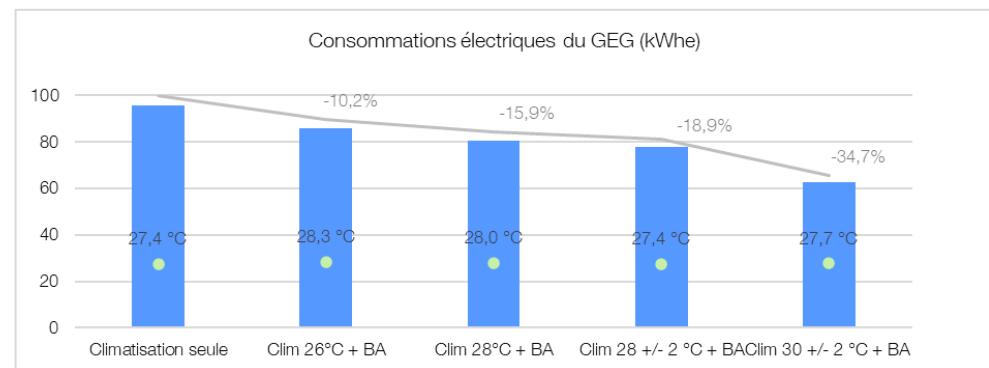
Note : Les usagers n'ayant pas accès à la climatisation à la maison habitent en altitude.

- **Gestion du confort :** Les usagers sont déjà habitués à une gestion maîtrisée de leur confort, encadrée par la GTB (consignes de température, priorité aux brasseurs d'air, etc.). Des interfaces accessibles via les tablettes tactiles les sensibilisent aux consommations et aux écarts de température.
- **Sexe et âge des participants :**



PERFORMANCES

Energétiques



Les conditions climatiques étaient très proches d'un scénario à l'autre.

Les consommations relevées sont seulement celles du groupe d'eau glacée. Nous n'avons pas pu relever la consommation des brasseurs d'air et des terminaux.

La simple mise en place du couplage, même à 26°C, permet de réduire de 10% la consommation.

Au maximum, les économies réalisées grâce au couplage ont été estimées à 35% (couplage 30 +/- 2°C).

Dans le scénario qui semblerait être le plus confortable, c'est-à-dire « couplage à 28 +/- 2°C » (voir page suivante), les économies sont de l'ordre de 20%.

Confort

Dans le bâtiment A1E, les taux de satisfaction sont hétérogènes d'un scénario à l'autre.

On constate qu'à température de consigne de 26°C, **64% des personnes interrogées ont plus ou moins froid.**

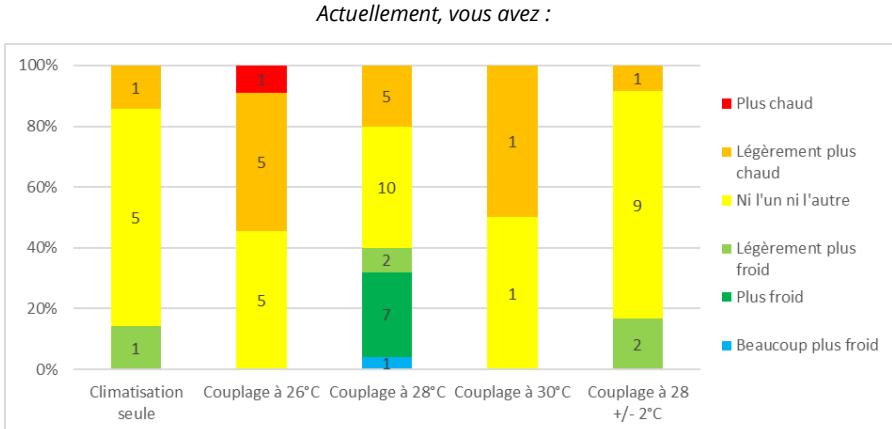
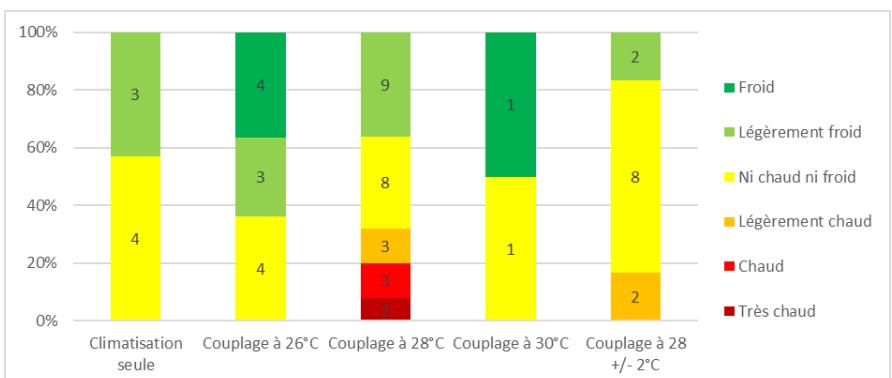
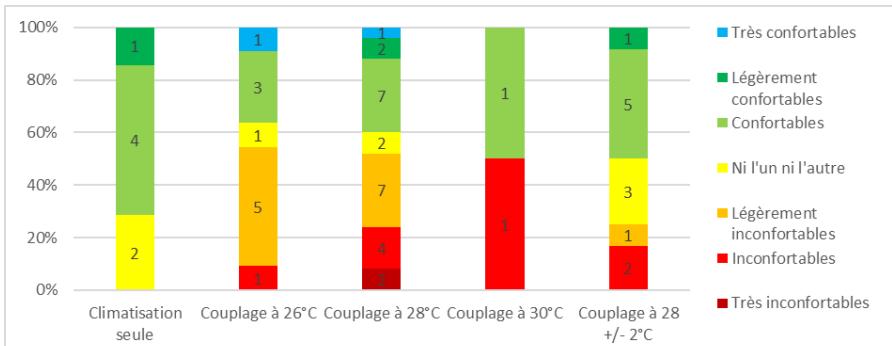
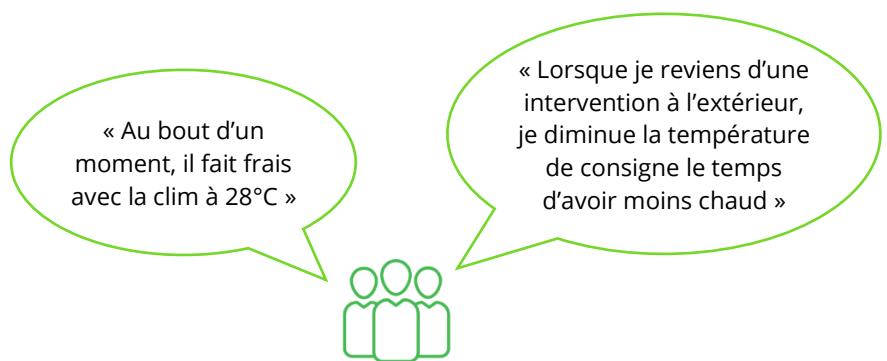
- Ceci confirme qu'il est nécessaire d'avoir une température de consigne **supérieure à 26°C pour atteindre le confort** en rafraîchissement couplé.

Finalement, même lorsque la température de consigne est à 28°C, ou 30°C, on constate qu'il y a toujours une partie des usagers qui a chaud ou froid.

Pour pallier cet inconfort, lié à la **sensibilité thermique** différente d'un individu à l'autre, des scénarios à +/- 2°C ont été testés (le scénario 30°C +/- 2°C n'est pas présenté à cause du peu de retours).

- C'est le scénario « **couplage 28 +/- 2°C** » qui obtient le plus d'avis positifs.

Il semble nécessaire dans ce cas d'étude de laisser aux usagers une marge de manœuvre, autour de 28°C, afin de satisfaire tout le monde.

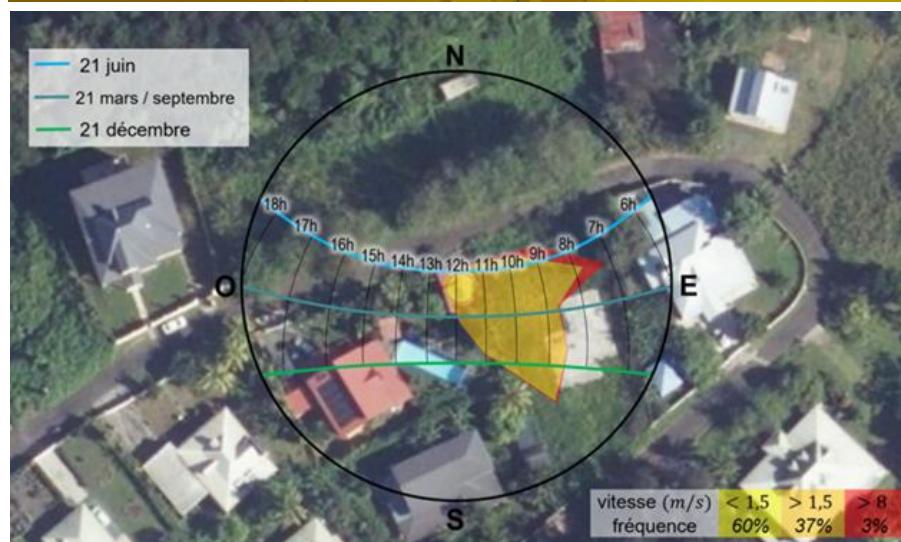
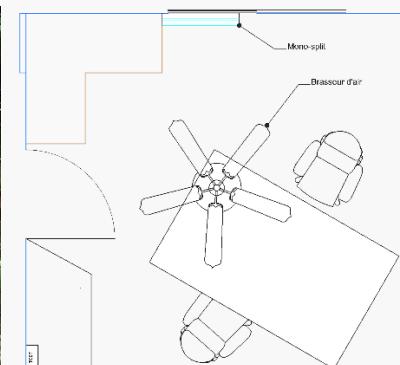


12. Guadeloupe – Climatisation indépendante : Bureau Equinoxe

CONTEXTE INITIAL

Guadeloupe

- **Localisation :** Sainte-Rose, Guadeloupe.
- **Typologie :** Bureau individuel.
- **Maitre d'ouvrage :** EQUINOXE.
- **Système :** Le bureau est équipé d'un mono-split A+++ et d'un brasseur d'air DC.
- **Pilotage :** Le split et le brasseur d'air sont pilotés par télécommande sans fil, **pas d'asservissement mis en place**.
- **Surface climatisée :** 20 m².
- **Enveloppe thermique :** Environnement rural fortement végétalisé, structure bois, débords de toiture et isolation des parois verticales et horizontales, forte porosité.



DESCRIPTION TECHNIQUE

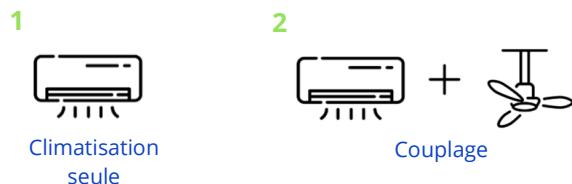
Preuve de concept

Il n'y a **pas d'appareil dédié au couplage** du climatiseur avec le brasseur d'air pour cette étude de cas.

Le protocole expérimental a été suivi scrupuleusement par les occupants qui sont habitués à utiliser ces appareils pour leur propre confort.

Le climatiseur s'allumait automatiquement à 8h00 chaque jour à la température de consigne pré-enregistrée et s'éteignait à 18h00. Le brasseur d'air était allumé et éteint manuellement sur la même tranche horaire, soit un total hebdomadaire de 50h de fonctionnement.

SCENARIOS TESTES



Les scénarios suivants ont été testés, sur la base des 2 scénarios ci-dessus.

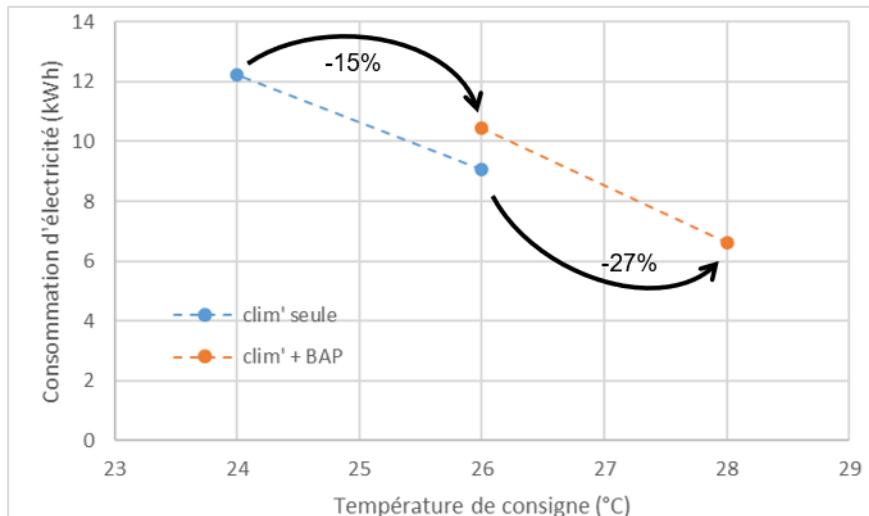
- 09/06 – 13/06 : **climatisation seule à 26°C.**
- 16/06 – 20/06 : **couplage à 28°C.**
- 21/07 – 25/07 : **couplage à 26°C.**
- 28/07 – 01/08 : **climatisation seule à 24°C.**

QUI SONT LES USAGERS ?

Les usagers sont deux collaborateurs du bureau d'étude EQUINOXE, membre du groupement COOLIBRI (un homme et une femme).

PERFORMANCES

Energétiques



Consommations énergétiques mesurées

Les campagnes de mesures se sont déroulées durant la saison chaude et humide, entre juin et juillet. Les conditions de températures et d'humidité sont proches d'un scénario à l'autre.

Le passage d'un scénario « climatisation seule » à « couplage » en ajoutant 2°C à la température de consigne permet de **réduire ici les consommations de rafraîchissement de 15 à 27%**.

Si l'on passe du scénario « climatisation 24°C » à « couplage 28°C », les économies sont de l'ordre de **50%**.

Confort

Le confort des deux usagers a été noté quotidiennement. Il en ressort que :

- Le scénario **climatisation 26°C** ne provoquait pas d'inconfort au sein du bureau, mais les usagers ressentaient un **choc thermique** entre l'intérieur et l'extérieur.
- Le scénario **couplé 24°C** force les usagers à porter des vêtements chauds.
- Le scénario **couplage 26°C** provoque de **l'inconfort froid**.
- Les usagers indiquent que le **meilleur confort** était obtenu pour une température de consigne à **27 ou 28°C** couplé au **brasseur d'air en vitesse 2/5**.

13. Autres cas d'étude : La Réunion – Climatisation indépendante : EDF Moufia

CONTEXTE INITIAL

La Réunion

- Localisation :** Sainte-Clotilde, La Réunion.
- Typologie :** Pièce de co-working.
- Maitre d'ouvrage :** EDF.
- Système :** Mono-split 3 kW et brasseur d'air AC.
- Pilotage :** L'unité intérieure ainsi que le brasseur d'air sont pilotés par une commande murale, un relais à seuil de courant donne l'information de fonctionnement à l'autorisation de fonctionnement du split (intégrée).
- Surface climatisée :** 20 m².
- Enveloppe thermique :** L'environnement du bureau est végétalisé, le bureau ne possède qu'une façade donnant sur l'extérieur, faible porosité, facteurs solaires faibles.

Ce cas d'étude a fait l'objet d'un accompagnement à la mise en place d'une solution de couplage, mais n'a pas fait l'objet d'étude de confort ou de consommation énergétique.



DESCRIPTION TECHNIQUE

Preuve de concept

Un **relais à seuil de courant** a été installé pour que la climatisation ne fonctionne que si le brasseur d'air est en marche (détection de la consommation). Ce relais détecte le courant du brasseur d'air et envoie l'information à l'autorisation de fonctionnement de l'unité intérieure (entrée TOR). En cas d'arrêt du brasseur d'air, l'unité de climatisation termine son cycle frigorifique et s'arrête. Cette solution, **simple, économique et facile à installer**, est idéale pour les projets de réhabilitation.

Le split est récent et est équipé d'une entrée de fonctionnement ON/OFF de type TOR



Relais à seuil de courant pour asservir cette entée

Durant des travaux de rénovation, EDF, co-financeur du projet, nous a sollicité pour **étudier la faisabilité du couplage** dans certains espaces du site. Seul cet espace était éligible.

Après un calepinage nécessaire afin que le brasseur d'air nouvellement posé **n'interfère pas avec l'éclairage existant**, un relais à seuil de courant (modèle GEYA GRI8-01) a été installé en faux-plafond, au droit du brasseur d'air.

Après un ajustement du **seuil de détection** de courant, le relais est câblé sur **l'entrée TOR** du split, utilisée ici comme entrée d'autorisation.

En parallèle, en collaboration avec EDF, une **plaquette d'information pédagogique** a été mise en place, afin d'accompagner chaque usager à la prise en main du système.



COUPLAGE BRASSEUR D'AIR & CLIMATISATION

1. Allumez le brasseur d'air



Adoptez-le bon réflexe : au lieu d'utiliser directement la climatisation en rentrant dans la pièce : allumez d'abord le brasseur d'air !

Tant que le brasseur d'air n'est pas allumé, le système de couplage vous empêchera de démarrer la climatisation.

2. Allumez la climatisation seulement si nécessaire



Si le brasseur d'air ne rafraîchit pas suffisamment la pièce, vous pouvez allumer la climatisation.

Une température fixe a été choisie pour allier confort et économie d'énergie !

3. Eteignez le brasseur et la climatisation quand vous quittez la pièce

Si vous éteignez uniquement le brasseur, le système est conçu pour éteindre automatiquement la climatisation au bout de 6 min.

Plaquette d'informations sur le couplage

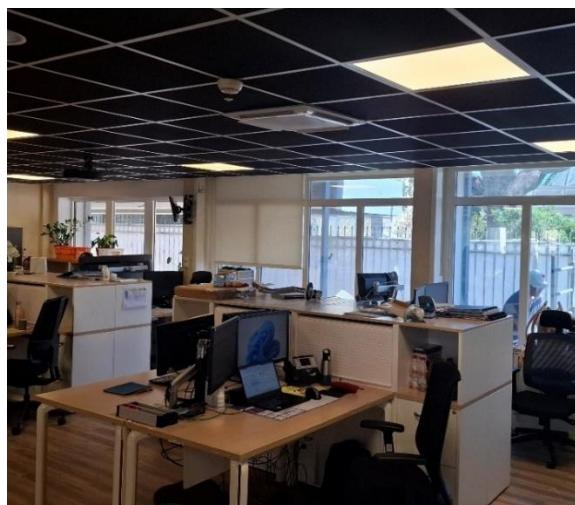
14. Autre cas d'étude : La Réunion – Climatisation centralisée : Siège EDF

CONTEXTE INITIAL

La Réunion

- **Localisation :** Sainte-Clotilde, La Réunion.
- **Typologie :** Bureaux sur plateau ouvert.
- **Maitre d'ouvrage :** EDF.
- **Système :** Groupe d'eau glacée et cassettes.
- **Pilotage :** Les cassettes sont pilotées par une commande murale, le GEG suit une programmation quotidienne avec double point de consigne.
- **Surface climatisée :** 300 m².
- **Enveloppe thermique :** L'environnement est minéral, peu planté, les façades sont en béton et les surfaces vitrées sont exposées.

Ce cas d'étude a fait l'objet d'un accompagnement à la mise en place d'une solution de couplage, mais les travaux n'ont pas encore été effectués.



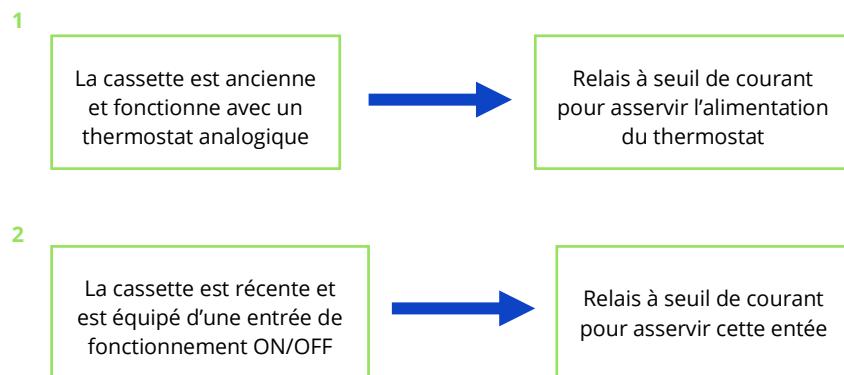
DESCRIPTION TECHNIQUE

Preuve de concept

Sur ce projet, le niveau étudié est séparé en deux parties, équipées de cassettes différentes.

1/ La première partie (service logistique) est équipée d'anciennes cassettes avec un thermostat analogique. Dans ce cas, le relais à seuil monté au droit du brasseur d'air est relié au thermostat qui gère l'allumage et l'extinction de la cassette associée.

2/ La deuxième partie (service RH) est équipée de cassettes récentes avec une entrée de fonctionnement On/Off. C'est donc directement sur cette entrée que le relais à seuil est raccordé.



En amont de travaux de rénovation, EDF, co-financeur du projet, nous a sollicité pour **étudier la faisabilité du couplage** dans certains espaces du site.

Après un calepinage nécessaire afin que les brasseurs d'air prévus **n'interfèrent pas avec l'éclairage existant**, des relais à seuil de courant (modèle GEYA GRI8-01) étaient prévus.

La hauteur sous plafond des locaux étant de 2,50 m, il était nécessaire de privilégier des brasseurs d'air à tige courte, et d'éviter leur installation dans des zones de passage. Il a donc été privilégié de les positionner **au droit des bureaux ou des îlots de travail**.

Ensuite, **dans le cas de plateaux en open-space**, il est nécessaire de réfléchir au groupement des systèmes. C'est-à-dire de définir quel brasseur d'air est relié à quelle cassette, et de créer ainsi **des zones de couplage**.

Un point d'attention concerne également le **seuil de courant** à définir pour autoriser le fonctionnement de la climatisation :

Supposons un cas où un îlot de 4 bureaux est géré par 4 brasseurs d'air et une cassette de climatisation.

En vitesse 1, chaque brasseur d'air consomme 50 mA.

Si l'on suppose qu'il faut que tous les brasseurs d'air soient allumés, alors le seuil est défini à $4 \times 50 \text{ mA}$, soit 200 mA.

Cependant, si un usager se retrouve à travailler seul à cet îlot, et qu'il souhaite bénéficier du **rafraîchissement couplé**, alors ce dernier doit soit :

- Allumer les 4 brasseurs d'air en vitesse 1, même si les autres usagers ne sont pas là.
- Allumer son brasseur d'air à une vitesse élevée pour que sa consommation atteigne les 200 mA, au risque que les vitesses d'air générées soient inconfortables.

Il est alors nécessaire de **définir judicieusement ce seuil de courant**, quitte à installer les relais à seuil dans un endroit accessible, afin de pouvoir modifier ces seuils à postériori.

15. Synthèse

Les points à retenir

- Le couplage **conditionne l'usage de la climatisation** au fonctionnement des brasseurs d'air.
- Il permet de **réduire les consommations électriques** tout en maintenant un niveau de confort élevé.
- Des solutions **simples**, comme plus **élaborées**, existent, du relais à seuil de courant à la GTC.
- Le couplage est applicable à la **rénovation**.

Points d'attention

- Intégrer la réflexion **le plus en amont** afin de gérer les questions de **calepinage**, de **choix de la solution** de couplage et donc de choix des **équipements**.
- Coupler cette solution à l'**extinction nocturne et saisonnière** de la climatisation.
- Être rigoureux dans la **maintenance** et le **commissionnement**.
- Sensibiliser** les usagers au couplage et à ses bénéfices.



Perspectives et intérêts des maîtres d'ouvrage

- Réduire la dépendance** à la climatisation ainsi que les consommations énergétiques.
- Etudier une solution **peu couteuse** de maîtrise des consommations énergétiques.
- Intégrer le couplage dans les cahiers des charges afin de **valoriser et démocratiser** cette solution.

Les résultats clés

- Couplage à 28 +/-2°C** = meilleurs résultats de confort.
- 15 à 30%** de réduction des consommations de rafraîchissement dans cette configuration.
- Le couplage à 26°C engendre de **l'inconfort froid**.
- Des usagers qui prennent **rapidement en main** le couplage.
- Une **réduction des chocs thermiques** et des effets de **douche froide**.
- Solution **indépendante** : 150 – 200 €/bureau.
- Solution **centralisée** : 800 – 950 €/bureau.