

CONTRIBUTION D'EDF A LA CONSULTATION RE2020 SUR LES CRITERES ET SEUILS DANS LE TERTIAIRE DE BUREAU ET D'ENSEIGNEMENT

SYNTHESE

Cette contribution illustre le positionnement d'EDF sur les indicateurs et les exigences de la future RE 2020 pour les bâtiments neufs de bureau et d'enseignement, présentés lors de la concertation du 28/04/2021.

EDF salue ces propositions d'une **RE2020 tertiaire** qui s'inscrivent dans les grands objectifs fixés par les Ministres sur la RE2020 pour les bâtiments à usage d'habitation¹ : **des bâtiments qui consomment moins et utilisent des énergies moins carbonées, des constructions bas carbone et des bâtiments plus agréables en cas de forte chaleur.**

Deux objectifs sont à viser pour les secteurs tertiaires d'enseignement et de bureaux :

- **S'engager sur la trajectoire du « zéro émission »**, ce qui implique de restreindre au plus tôt puis écarter le recours aux énergies fossiles dans tous les bâtiments.
- Construire des bâtiments d'enseignement **confortables en période de forte chaleur**. En effet, si les bâtiments de bureaux prévoient et installent les solutions utiles en ces périodes, les écoles sont encore trop peu conçues pour offrir des conditions plus agréables de travail aux enfants, aux écoliers, et aux enseignants.

■ Indicateurs et exigences

Pour assurer la cohérence avec les indicateurs et les exigences proposés pour les bâtiments résidentiels, EDF soutient le trio d'exigences sur la phase exploitation :

- **BBIO_{MAX}** (besoins bioclimatiques) pour assurer une bonne performance d'enveloppe, gage de faibles consommations dans la durée ;
- le binôme **CEP_{MAX}** (consommation d'énergie primaire) pour garantir, en complément du BBIO_{MAX} de faibles consommations énergétiques et **CEP_{NR,MAX}** pour favoriser le recours à la chaleur renouvelable ;
- **IcEnergie_{MAX}** (émission de GES en exploitation), lisible et simple, pour répondre à l'objectif de décarbonation.

■ BBIO

La modulation de surface utilisée pour fixer les exigences sur le critère BBIO est intéressante et nécessaire **pour tenir compte de la grande diversité des bâtiments tertiaires**, que ce soit pour les bureaux ou les bâtiments d'enseignement.

Toutefois, pour les **bâtiments de bureaux de taille supérieure à 500 m²**, ainsi que les **bâtiments d'enseignement de taille comprise entre 1000 m² et 5000 m²**, **les exigences sur le BBIO semblent beaucoup trop contraignantes**. Une **révision de la modulation de surface** permettrait d'obtenir une **exigence sur le critère BBIO plus homogène** en termes d'efforts à réaliser sur l'ensemble des bâtiments et de mieux répondre à la réalité du terrain. Il est d'ailleurs à noter que même si une large partie des bâtiments tertiaires est de taille inférieure à 1000 m², la grande majorité des surfaces tertiaires, et donc des enjeux énergétiques et environnementaux, est portée par les bâtiments de grande taille.

¹ Dossier de presse – mis à jour au 18 février 2021

■ CEP, CEP_{NR}

Les exigences sur les indicateurs CEP et CEP_{NR} doivent être **ambitieuses mais atteignables pour les solutions bas-carbone** (électricité, bois et RCU) qui sont essentielles pour respecter la **Stratégie Nationale Bas Carbone**.

A ce titre, les seuils proposés pour les bâtiments tertiaires restent **atteignables pour les pompes à chaleur (PAC), le bois et les réseaux de chaleur urbains (RCU) mais excluent les radiateurs électriques**.

■ IcEnergie

Pour répondre aux objectifs de neutralité carbone à horizon 2050, le critère carbone reste primordial avec un niveau d'exigence qui doit être ambitieux, tout en restant compatible avec les solutions actuellement disponibles.

Pour les bâtiments tertiaires, qu'ils soient bureaux ou d'enseignement, **une large gamme de solutions bas carbone, matures et compétitives, existe aujourd'hui et est largement diffusée sur le marché neuf tertiaire. Ces solutions** permettent ainsi de porter une ambition plus forte sur les seuils proposés, à hauteur de **3.5 kgCO₂eq/m²/an et ce, dès 2022 pour les secteurs bureaux et enseignement**.

Un traitement spécifique doit cependant être envisagé pour les RCU vertueux dont le verdissement est déjà programmé pour les 10 ans à venir. Des seuils plus progressifs permettraient ainsi d'accompagner les efforts engagés sur les RCU dans la diminution de leur empreinte carbone. Il est essentiel que les exigences proposées pour les RCU soient cohérentes entre les différentes familles de bâtiments, à savoir que le raccordement d'un logement, d'un bâtiment de bureaux ou d'un bâtiment d'enseignement à un RCU donné (avec un contenu carbone spécifique) doit être, dès que cela est possible, régi par des contraintes réglementaires similaires.

Pour assurer ce double objectif de **décarbonation progressive des RCU** et de **cohérence des possibilités de raccordement à un même RCU pour des bâtiments de nature différente**, EDF préconise des exigences anticipées pour les bureaux et plus progressives pour les bâtiments d'enseignement.

Le Tableau 1 synthétise les propositions d'EDF pour le critère IcEnergie :

Nature Bâtiment tertiaire	Hors RCU / RCU	<u>EgesEnergie_{MAX}</u> (kgCO ₂ eq/m ² /an)	<u>EgesEnergie_{MAX}</u> (kgCO ₂ eq/m ² /an)
		Seuils proposés DHUP	Seuils proposés EDF
Enseignement	Hors RCU	2022 : 6 2025 : 3,5	2022 : 3,5 2025 : 3,5
	RCU	2022 : 6 2025 : 5 2028 : 3,5	2022 : 6 2025 : 5 2028 : 5
Bureaux	Hors RCU	2022 : 5 2025 : 3,5	2022 : 3,5 2025 : 3,5
	RCU	2022 : 7 2025 : 5 2028 : 5	2022 : 5 2025 : 5 2028 : 4,5

Tableau 1 : synthèse des propositions sur le critère IcEnergie

■ Confort d'été

La méthode définie vise à assurer un **bon niveau de confort d'été en priorisant les solutions passives et actives à faible consommation**. Lorsque ces solutions s'avèrent insuffisantes pour garantir le confort d'été, il est nécessaire d'**inciter à la mise en place de solutions de climatisation performantes afin d'éviter l'installation a posteriori de climatiseurs moins efficaces**.

Plusieurs remarques sur les exigences :

- **Le critère DH implique des efforts à faire en zones chaudes** comme la mise en place d'une surventilation nocturne ou d'un rafraîchissement adiabatique. **Il est à noter que les seuils hauts sont particulièrement contraignants pour les bâtiments d'enseignement.**
- EDF préconise pour le secteur d'enseignement de transformer, à l'instar du secteur bureaux, la sous-catégorie 1 + H2d et H3 en sous-catégorie 1 +clim + H2d et H3, et de créer une catégorie 3 pour ces bâtiments publics accueillant des personnes vulnérables.

A propos des solutions de rafraîchissement et de climatisation :

- En association avec la ventilation double flux, la **surventilation nocturne** reste sans surcoût et le **rafraîchissement adiabatique** peut s'effectuer à coût raisonnable. Toutefois il est à noter que nous disposons aujourd'hui de **peu de retour d'expérience sur les performances, l'acceptabilité et le suivi de ces dispositifs.**
- **L'ouverture automatique des fenêtres et l'occultation suntracking** restent des **solutions coûteuses à l'installation.**

Ainsi, un bâtiment dont le niveau de confort d'été est situé entre le seuil « bas » et le seuil « haut », devrait **pouvoir être équipé d'une climatisation ou d'un rafraîchissement efficaces a posteriori**, pour **éviter l'installation de systèmes moins efficaces** pendant la durée de vie du bâtiment. Cela nécessite de **définir des prérequis techniques et architecturaux** avec les acteurs concernés, nous en proposons quelques déclinaisons en annexe 5.

EDF préconise par ailleurs de mener un **retour d'expérience et de poursuivre les études sur le confort d'été** afin de **vérifier que les bâtiments neufs puissent être confortables, sans utilisation de climatisation mobile**. Ce sujet doit faire l'objet d'un thème spécifique à traiter dans le cadre de la définition des labels RE2020, via par exemple la mise en place d'un observatoire de la RE 2020 en résidentiel comme en tertiaire.

CONTRIBUTION D'EDF A LA CONSULTATION RE2020 SUR LES CRITERES ET SEUILS DANS LE TERTIAIRE DE BUREAU ET D'ENSEIGNEMENT	1
SYNTHESE	1
1. QUELS INDICATEURS REGLEMENTAIRES CONTRAIGNANTS POUR LE TERTIAIRE NEUF DE BUREAU ET D'ENSEIGNEMENT ?	5
2. BATIMENTS UTILISES PAR EDF DANS L'ANALYSE DES EXIGENCES	5
3. EXIGENCES SUR L'INDICATEUR BBIO	5
4. EXIGENCES SUR LES INDICATEURS CEP ET CEP_{NR}	7
5. EXIGENCES SUR L'INDICATEUR CARBONE EXPLOITATION, IC_{ENERGIE}	9
6. EXIGENCES SUR LE CONFORT D'ETE	12
ANNEXE 1. PARTS DE MARCHE ACTUELLES DES SYSTEMES ENERGETIQUES.	15
ANNEXE 2. POSITIONNEMENT DES RCU EN FONCTION DE SEUILS CARBONE « EXPLOITATION »	16
ANNEXE 3. DESCRIPTION DU BATIMENT D'ENSEIGNEMENT MODELISE	17
ANNEXE 4. DESCRIPTION DU BATIMENT DE BUREAUX MODELISE	20
ANNEXE 5. PRECONISATIONS ET PREREQUIS TECHNIQUES ET ARCHITECTURAUX A L'INSTALLATION, A POSTERIORI DE SOLUTIONS DE RAFRAICHISSEMENT ET DE CLIMATISATION PERFORMANTES	23

1. QUELS INDICATEURS REGLEMENTAIRES CONTRAIGNANTS POUR LE TERTIAIRE NEUF DE BUREAU ET D'ENSEIGNEMENT ?

Dans la ligne droite des arbitrages majeurs pour le secteur résidentiel, EDF soutient le recours aux indicateurs BBIO, CEP/CEP_{NR} et IcEnergie, associés chacun à une exigence réglementaire.

- Une exigence basée sur le **BBIO encourage une meilleure conception bioclimatique**, avec le gage de **faibles consommations dans la durée**.
- Une exigence sur le **CEP/CEP_{NR}**, consommations qui prennent en compte **l'autoconsommation**, est un garde-fou supplémentaire sur les **consommations d'énergies**. Pour autant, elle **ne doit pas disqualifier les énergies bas carbone** telles que l'électricité, les RCU et le Bois.
- Une exigence sur **les émissions de carbone en exploitation, IcEnergie**, est **simple à calculer, facilement compréhensible** par l'ensemble des acteurs, **utile** pour le suivi des performances de parcs de bâtiments, et **cohérente** avec les budgets carbone alloués par la **SNBC** au secteur du bâtiment ayant pour cible une **décarbonation quasi-complète en 2050**.

2. BATIMENTS UTILISES PAR EDF DANS L'ANALYSE DES EXIGENCES

Les bâtiments d'enseignement et de bureaux utilisés par EDF dans les analyses qui vont suivre sont respectivement décrits en annexes 3 et 4 de ce document.

3. EXIGENCES SUR L'INDICATEUR BBIO

La modulation de surface utilisée pour fixer les exigences sur le critère **BBIO** est intéressante et nécessaire **pour tenir compte de la grande diversité des bâtiments tertiaires**, que ce soit pour les bureaux ou les bâtiments d'enseignement.

Nous avons cependant **détecté des contraintes particulièrement fortes exercées sur certaines tailles de bâtiments** par les exigences résultantes de cette modulation.

3.1.1. Enseignement

L'analyse des données issues du GTM du 11/12/20 montre que la modulation de surface utilisée pour le critère BBIO sur les bâtiments d'enseignement semble contraindre très fortement les bâtiments de taille comprise entre 1000 m² et 5000 m² :

- Le seuil BBIO de 68 pts évince tous les bâtiments de surface comprise entre 2000 m² et 4500 m² (cf. Figure 1)

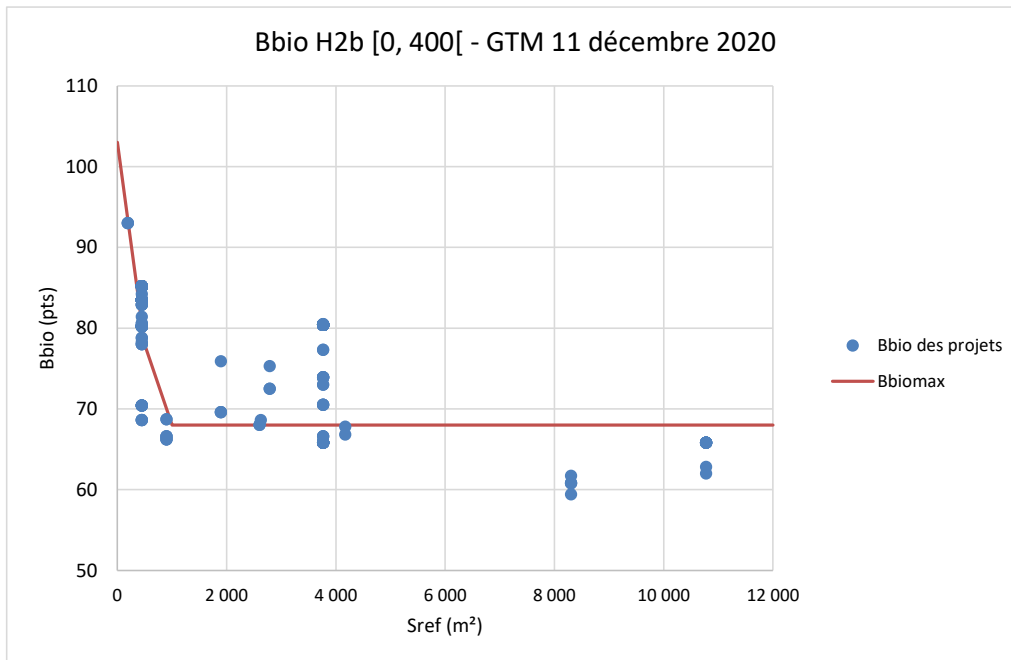


Figure 1 : BBIO des projets de la base GTM du 11 décembre 2020 pour les bâtiments d'enseignement en fonction de leur surface

- La simulation faite sur notre bâtiment de 2828 m² (voir descriptif en annexe 3) montre que ce seuil de 68 n'est pas atteignable même avec un bâti très performant (cf. Tableau 2)

Surface	BBIOmax RE2020 modulé	BBIO STD (RT2012-20%)	Bbio Perf (RT2012-45%)	Commentaires
2 828 m ²	68 pts	85 pts	76 pts	Non atteignable même en bâti Performance

Tableau 2 : Analyse du BBIO_{MAX} pour le bâtiment enseignement étudié par EDF et décrit en Annexe 3 (moteur R472)

Si une majorité de bâtiments neufs d'enseignement a une surface inférieure à 1000 m², elle ne représente qu'à peine 22% des surfaces totales construites. A l'inverse, les bâtiments d'enseignement de plus de 2000 m² dépassent 60% des surfaces neuves construites pour ce marché². L'impact énergétique et environnemental des bâtiments tertiaires d'enseignement de grande surface est donc d'autant plus prépondérant.

Nous proposons ainsi de définir des tranches de surface supplémentaires : [500 m² - 1000 m²], [1000 m² – 5000 m²], [> 5000 m²] pour **améliorer cette représentativité**.

3.1.2. Bureaux

L'analyse des données issues du GTM du 11/12/20 montre que la modulation de surface utilisée pour le critère BBIO sur les bâtiments de bureaux semble contraindre très fortement les bâtiments de taille supérieure à 500m² :

- Le seuil BBIO proposé avec la modulation actuelle évince tous les bâtiments de surface importante en zone H2b (cf. Figure 2)

² Source BatiEtudes, données marché neuf enseignement 2016

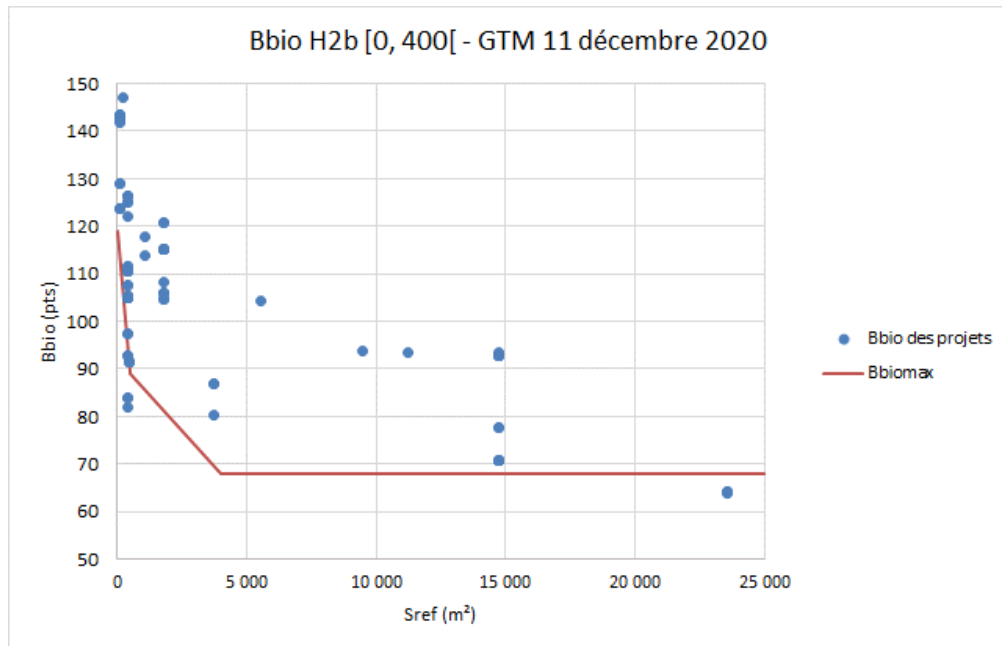


Figure 2 : BBIO des projets de la base GTM du 11 décembre 2020 pour les bâtiments de bureaux en fonction de leur surface

- Cette analyse est confirmée par l'étude de cas réalisée par EDF dont le descriptif est fourni en annexe 4 (cf. Tableau 3)

ZC	BbiomaxRE2020 modulé	Bbio bâti STD (RT12-30%)	Bbio bâti et systèmes optimisés (RT12-40%)	Commentaire
H1a	95 x 0,72 x 1,05 = 72 pts	92 pts	72 pts	On semble être nettement au-delà de l'objectif RT2012-20% affiché par la DHUP
H2b	95 x 0,72 = 68 pts	86 pts	65 pts	
H3	95 0,72 x 1,15 = 79 pts	107 pts	75 pts	

Tableau 3 : Analyse du BBIO_{MAX} pour le bâtiment de bureaux de 4214m² étudié par EDF, décrit en Annexe 4 (moteur R472)

Là encore, le calage des exigences sur la seule valeur moyenne des surfaces neuves construites peut créer un biais important du fait de la forte dispersion des surfaces de bureaux neufs. En effet, les surfaces neuves de bureaux inférieures à 1000 m² représentent 87% des opérations mais seulement 24% des surfaces de plancher. A l'inverse, les bureaux neufs de plus de 2000 m² constituent plus de 70% de la surface. C'est pourquoi nous proposons de définir des tranches de surface supplémentaires [400 m² - 2000 m²], [2000 m² - 5000 m²], [>5000 m²] pour **améliorer cette représentativité**.

4. EXIGENCES SUR LES INDICATEURS CEP ET CEP_{NR}

Les exigences sur les indicateurs CEP et CEP_{NR} doivent être **ambitieuses mais atteignables pour les solutions bas-carbone** (électricité, bois et RCU) qui sont essentielles pour respecter la **Stratégie Nationale Bas Carbone**.

A ce titre, les seuils proposés pour les bâtiments tertiaires restent **atteignables pour les PAC, le bois et les RCU mais excluent les radiateurs électriques**.

4.1. ANALYSE SUR LE « BATIMENT ENSEIGNEMENT EDF »

Les résultats de l'étude réalisée par EDF sur le bâtiment d'enseignement décrit en Annexe 3 confirment que les exigences proposées sur les critères CEP et CEP_{NR} sont atteignables par les pompes à chaleur

et les RCU avec des renforcements de bâti raisonnables mais excluent les solutions de chauffage par effet Joule même avec des niveaux très élevés en termes de performance d'enveloppe (cf. Tableau 4).

Solution	Cep,nr max RE2020 modulé (kWh _{ep} /m ² /an)	Cep,nr en STD (RT12-20%) (kWh _{ep} /m ² /an)	Cep,nr en Perf (RT12-45%) (kWh _{ep} /m ² /an)	Commentaires
PAC Air/Air (avec clim)	65	63	57	
PAC Air/Air (sans clim)		62	51	
PAC Air/Eau (avec clim)		68	58	Léger renforcement des prestations nécessaire
PAC Air/Eau (sans clim)		65	54	
Chaudière gaz		69	55	Léger renforcement des prestations nécessaires
Effet Joule		99	75	Impossible
RCU		58	48	Ici calcul avec taux ENR à 50%. Cep RCU capé par le Cepmax = 72 kWh _{ep} /m ² /an.

Tableau 4 : Etude EDF sur le bâtiment enseignement primaire de 2 828 m² en H2b (ventilation de type double flux), décrit en Annexe 3

4.2. ANALYSE SUR LE « BATIMENT BUREAUX EDF »

Les résultats de l'étude réalisée par EDF sur le bâtiment de bureaux décrit en Annexe 4 confirment que les exigences proposées sur les critères CEP et CEP_{NR} sont atteignables par les pompes à chaleur et les RCU avec des renforcements de bâti raisonnables mais excluent les solutions de chauffage par effet Joule (cf. Tableau 5).

Solution	Cep,nr max modulé (kWh _{ep} /m ² /an)	Cep,nr en STD (BbioRT12-30%) (kWh _{ep} /m ² /an)	Cep,nr en Perf (BbioRT12-40%) (kWh _{ep} /m ² /an)	Commentaires
PAC Air/Air (sans clim)	75 x 0,76 = 57	69	56	
PAC Air/Eau (sans clim)		70	56	
Chaudière gaz avec clim		77	59	Très difficile
Chaudière gaz sans clim		73	56	
RCU avec clim		63	53	
RCU sans clim		62	52	Léger renforcement des prestations nécessaire (calcul avec taux ENR à 50%)

Tableau 5 : Etude EDF sur le bâtiment bureaux de 4124 m² en H2b décrit en Annexe 4, pour différentes solutions de chauffage

Il est à noter également que le bâtiment ne passe pas (ou très difficilement) s'il est climatisé, même avec un BbioRT12-40% comme dans notre étude de cas (cf. Tableau 6).

ZC	Cep,nr max modulé (kWhep/m ² /an)	Cep,nr en STD (kWhep/m ² /an)	Cep,nr en Performance (kWhep/m ² /an)	Commentaires
H1a	75 x 0,76 x 1,05 = 60	74	61 avec brise-soleil gestion Suntracking	Très difficile
H2b	75 x 0,76 = 57	71	58 avec brise-soleil gestion Suntracking	Très difficile
H3	75 x 0,76 x 1,05 = 60	73	57 avec brise-soleil gestion Suntracking	Très difficile

Tableau 6 : Etude EDF sur le bâtiment bureaux de 4124 m² en H2b décrit en Annexe 4 pour une PAC air/Air réversible

5. EXIGENCES SUR L'INDICATEUR CARBONE EXPLOITATION, IC_{ENERGIE}

Les études faites par EDF sont cohérentes avec les conclusions présentées par la DHUP, avec une analyse d'impact identique. Il apparaît cependant que les solutions 100% fossiles trouvent leur place jusqu'en 2025 avec un bâti légèrement renforcé, pour laisser place ensuite, à partir de 2025, à des solutions moins carbonées. Or pour les bâtiments tertiaires, qu'ils soient bureaux ou d'enseignement, **une large gamme de solutions bas carbone matures et compétitives existe d'ores et déjà**, permettant ainsi des exigences sur l'indicateur EgesEnergie_{MAX} de **3.5 kgCO₂eq/m²/an dès 2022**. **Un traitement spécifique doit cependant être envisagé pour les RCU en cours de verdissement.**

Il est à préciser que dans les analyses effectuées, EDF a tenu compte de la spécificité de chaque secteur d'activités, en lien avec ce qui est observé sur le parc actuel :

- les solutions sans climatisation ont été retenues pour l'étude des bâtiments d'enseignement,
- les solutions avec climatisation ont été retenues pour l'étude des bâtiments de bureaux.

5.1. ENSEIGNEMENT

L'étude réalisée par EDF sur le bâtiment d'enseignement décrit en Annexe 3 (cf. Tableau 7) montre que les exigences sont atteignables sans contrainte pour les solutions bas carbone pompes à chaleur. Elle montre également que les solutions 100% fossiles passent jusqu'en 2025 avec un léger renforcement sur le bâti, alors que les solutions bas carbone sont disponibles et compétitives.

Nous proposons ainsi une **exigence sur l'indicateur EgesEnergie_{MAX} de 3.5 kgCO₂eq/m²/an dès 2022 pour les bâtiments enseignement, avec des critères de modulation pour le raccordement à des réseaux de chaleur (cf. §.5.3).**

Solution	EgesEnergie (kgCO ₂ /m ² /an) en STD (RT12-20%)	EgesEnergie (kgCO ₂ /m ² /an) en Perf (RT12-45%)
PAC Air/Air (sans clim)	1,8	1,5
PAC Air/Eau (sans clim)	1,9	1,6
Chaudière gaz	6,5	4,6

Tableau 7 : étude EDF sur le bâtiment enseignement primaire de 2 828 m² (ventilation en double flux) décrit en Annexe 3

5.2. BUREAUX

Les solutions actuellement répandues et disponibles dans les bureaux telles que les PAC air/air avec ou sans climatisation permettent d'atteindre les seuils régionaux, avec un bâti standard ou avec un bâti performant, pouvant même aller jusqu'à moins de 2 kgCO₂/m²/an (cf. Tableau 8).

Zone climatique	EgesEnergie _{max} modulé 2025 (kgCO ₂ /m ² /an)	Solutions	EgesEnergie (kgCO ₂ /m ² /an) en STD	EgesEnergie (kgCO ₂ /m ² /an) en Perf	Commentaires
H1a	5 x 0,76 x 1,05 = 4	PAC Air/Air (avec clim)	2,2	1,8	
		PAC Air/Eau (avec clim)	2,4	1,9	
		Chaudière gaz (avec clim)	5,6	3,8	solution 100% fossile possible
H2b	5 x 0,76 = 3,8	PAC Air/Air (avec clim)	2,1	1,7	
		PAC Air/Eau (avec clim)	2,3	1,7	
		Chaudière gaz (avec clim)	5,2	3,2	solution 100% fossile possible
H3	5 x 0,76 x 1,05 = 4	PAC Air/Air (avec clim)	2,1	1,6	
		PAC Air/Eau (avec clim)	2,3	1,7	
		Chaudière gaz (avec clim)	4	2,2	solution 100% fossile possible

Tableau 8 : étude EDF sur le bâtiment de bureaux de 4 124 m² du consortium avec moteur R472, décrit en Annexe 4

Avec de telles performances en exploitation et des solutions déjà existantes (près de 80% des bureaux neufs sont chauffés par une pompe à chaleur³), le seuil EgesEnergie_{MAX} requis pour les bureaux pourrait être aligné sur celui des bâtiments d'enseignement, à un **niveau de 3,5 kgCO₂/m²/an**, et ce également **dès 2022, avec toutefois des critères de modulation pour le raccordement à des réseaux de chaleur** (cf. §.5.3).

Cette ambition renforcée sur le critère carbone permettrait d'éviter le recours aux énergies fossiles, incompatibles avec la trajectoire de neutralité carbone.

5.3. ANALYSE SPECIFIQUE POUR LES RCU

Des exigences progressives doivent permettre aux réseaux de chaleur urbains de continuer leurs efforts de décarbonation déjà engagés.

En parallèle, les exigences fixées pour les différentes familles de bâtiments doivent permettre d'assurer la cohérence à l'échelle globale afin qu'un réseau de chaleur donné puisse avoir les mêmes critères d'éligibilité de raccordement quelle que soit la nature du bâtiment à alimenter.

A ce titre, nous avons analysé la correspondance entre le facteur d'émissions d'un réseau de chaleur et le critère EgesEnergie et ce pour chaque famille de bâtiments concernés, à savoir : les logements collectifs, les bureaux et les bâtiments d'enseignement.

Les exigences proposées par la DHUP sur le critère IcEnergie pour les RCU conduisent aux résultats exposés dans le Tableau 9.

³ Source : BatiEtudes 2016, marché construction neuve bureaux

Des plages de valeurs sont affichées pour les facteurs d'émissions car ces valeurs dépendent fortement du contenu ACV indirect et de la typologie du bâtiment (consommation d'énergie).

	2022		2025		2028	
	EgesEnergie (kgCO ₂ /m ² /an)	FE RCU (gCO ₂ /kWh)	EgesEnergie (kgCO ₂ /m ² /an)	FE RCU (gCO ₂ /kWh)	EgesEnergie (kgCO ₂ /m ² /an)	FE RCU (gCO ₂ /kWh)
Logement Collectif	14	<280	8	<145	6,5	<120
Enseignement	6	<[170 – 200]	5	<[130– 160]	3,5	<[75–105]
Bureaux	7	<[330 – 360]	5	<[160 – 190]	5	<[160 – 190]

Tableau 9 : seuils EgesEnergie_{MAX} pour les RCU proposés par la DHUP pour chaque famille de bâtiment et correspondance en facteur d'émissions (directes + indirectes) pour les RCU éligibles au raccordement

Les pourcentages de réseaux de chaleur urbains éligibles au raccordement par type de bâtiments (bureaux et enseignement) en fonction de ces critères sont analysés en annexe 2 de ce document.

Nous constatons deux éléments de divergence importants entre le secteur des bureaux et de l'enseignement :

- les exigences proposées en 2022 permettront à un bâtiment de bureaux de se connecter à quasiment n'importe quel réseau de chaleur pendant qu'environ 20% des RCU ne seront pas raccordables à un bâtiment d'enseignement.

- les exigences proposées en 2028 pour les bâtiments d'enseignement sont très contraignantes, en décalage avec le niveau d'exigence pour les bâtiments de bureaux et les logements collectifs. En effet, avec un seuil de 3,5 kgCO₂eq/m²/an, environ un RCU existant aujourd'hui sur deux ne serait pas éligible. Cette exigence correspond à des RCU contenant jusqu'à 75% à 80% d'EnR, ce qui est difficilement envisageable d'ici 2028. Ce jalon est à caler à une échéance compatible avec les projections de décarbonation des RCU.

Ainsi, pour assurer une meilleure cohérence, notamment entre les familles de bâtiments, EDF propose les exigences suivantes (cf. Tableau 10) :

	2022		2025		2028	
	EgesEnergie (kgCO ₂ /m ² /an)	FE RCU (gCO ₂ /kWh)	EgesEnergie (kgCO ₂ /m ² /an)	FE RCU (gCO ₂ /kWh)	EgesEnergie (kgCO ₂ /m ² /an)	FE RCU (gCO ₂ /kWh)
Logement Collectif	14	<280g	8	<145	6,5	<120
Enseignement	6	<[170 – 200]	5	<[130 – 160]	5	<[130-160]
Bureaux	5	<[160 – 190]	5	<[160 – 190]	4.5	<[120 – 150]

Tableau 10 : Proposition EDF de seuils EgesEnergie_{MAX} pour les RCU permettant d'assurer une cohérence sur les critères d'éligibilité de raccordement entre les familles de bâtiments

Des exigences plus progressives que celles proposées par la DHUP pour les bâtiments d'enseignement combinées à des seuils anticipés par rapport à ceux proposés par la DHUP pour les bâtiments de bureaux permettraient en effet d'assurer une meilleure convergence entre ces deux secteurs d'activités tertiaires.

De plus les seuils proposés par EDF permettraient d'assurer la convergence avec les logements collectifs à horizon 2028.

Nous rappelons toutefois la sensibilité des correspondances entre le critère EgesEnergie et le facteur d'émissions à partir duquel le RCU est éligible au raccordement pour les bâtiments concernés. Cette sensibilité nécessite probablement une étude approfondie en investiguant un volume de cas tests statistiquement représentatif.

6. EXIGENCES SUR LE CONFORT D'ETE

Sur la prise en compte du confort d'été pour le secteur tertiaire, EDF est favorable à la méthode proposée, équivalente à celle appliquée pour le résidentiel.

Cette méthode doit permettre de **prioriser les solutions passives et lorsque ce n'est pas suffisant d'inciter à la mise en place de solutions actives à faible consommation**. Il s'agit notamment **d'éviter l'installation a posteriori de climatiseurs inefficaces en privilégiant la climatisation fixe performante dès la phase de construction** et ce particulièrement en **zone chaude**.

Les catégories proposées par la DHUP définies pour le secteur tertiaire (catégorie 1, 1+climatisation+H2d ou H3, 2, et 3) avec des exigences spécifiques en matière de confort d'été sont importantes à considérer. Il est en effet indispensable de pouvoir traiter et distinguer les bâtiments tertiaires en situation contrainte (en zone chaude, en zone de bruit, réglementations liées à l'ouverture des fenêtres, avec public sensible, ...) afin de garantir le confort d'été de ces locaux et d'en assurer leur fonction voire améliorer leur intensité d'usage, aussi bien pour le secteur de l'enseignement que pour celui du bureau.

Quelles que soient les catégories, les simulations d'EDF montrent que **le respect du seuil « haut » dans les bureaux comme dans les bâtiments d'enseignement suppose des efforts importants notamment en zone H3** avec des solutions de sur-ventilation nocturne, de rafraîchissement adiabatique, d'ouverture automatique des fenêtres ou occultation par sun-tracking. Il est important de souligner que ces solutions ne sont pas encore très répandues et déployées à grande échelle. En particulier, les « systèmes de rafraîchissement adiabatique » en association à de la ventilation double flux, ne sont installés aujourd'hui que marginalement. **Il n'existe que peu de retour d'expérience relatif à leur réelle efficacité et des questions subsistent** : consommations d'eau plus importantes, règles de maintenance, performances réelles en regard des faibles débits de renouvellement d'air hygiénique, performance par temps humide, humidification des locaux en cas de système direct, etc. Les solutions de type « **sur-ventilation nocturne** » **nécessitent une généralisation des systèmes de ventilation double-flux** et des solutions de type « **occultation par suntracking** », **puits climatique, ouverture automatique des fenêtres**, etc. seront **rapidement coûteuses**.

Au vu de ces résultats et de la maturité du marché pour le déploiement à grande échelle de ces solutions nécessaires au respect du confort d'été en zone chaude, **il est important qu'un bâtiment dont le niveau de confort d'été est situé entre le seuil bas et le seuil haut, puisse être équipé d'une climatisation / rafraîchissement efficace a posteriori**, et éviter ainsi le recours aux équipements de climatisation mobiles, moins efficaces (cf. § 6.3).

Pour ce faire, EDF préconise **d'intégrer des prérequis techniques et architecturaux dans les textes réglementaires dans la mesure du possible**. Des éléments et exemples de tels prérequis sont fournis en annexe 5 de cette contribution.

Enfin, compte tenu de l'importance du confort d'été dans les années à venir, il s'avère indispensable de conduire **des retours d'expérience terrain et poursuivre les études sur ce sujet afin de vérifier que les bâtiments neufs puissent être confortables** et ce dans une logique **d'adaptation au changement climatique**. Ce sujet doit faire l'objet d'un thème spécifique à traiter dans le cadre de la définition des labels RE2020.

6.1. ANALYSE SPECIFIQUE POUR L'ENSEIGNEMENT

Pour le secteur de l'enseignement, il est nécessaire de pouvoir assurer ou minimiser **les risques d'inconfort d'été de ces bâtiments publics quelle que soit la zone climatique**. En effet les locaux d'enseignement accueillent des **personnes vulnérables**⁴. Or, les canicules qui ont frappé une majorité

⁴ Selon le Ministère de l'éducation nationale et de la jeunesse : « Les jeunes enfants et de façon générale, les enfants de moins de 15 ans constituent une population vulnérable en cas de forte chaleur. Ils sont exposés au

des régions de France en Juin 2019 ont pu montrer des situations d'inconfort d'été très élevées atteintes dans ces bâtiments. Une situation telle qu'elle a conduit le gouvernement à reporter les examens et à suspendre les cours en physique pour les élèves et enseignants. Les impacts sanitaire, économique et organisationnel lié à ces épisodes caniculaires ont une probabilité importante de se reproduire régulièrement. Par ailleurs, ces bâtiments sont de plus en plus utilisés et ouverts, hors période scolaire, pour accueillir par exemple des enfants en centre de loisirs ou autres activités périscolaires.

Ainsi, face à ce constat et à la nécessaire homogénéité des niveaux de confort d'été vis-à-vis du secteur bureaux (et autres secteurs tertiaires à venir), EDF propose que la sous-catégorie Cat1+H2d/H3 de l'enseignement (avec DHmax à 1800) devienne (comme pour le secteur Bureaux) une sous-catégorie **Cat1+climatisé+H2d/H3 et qu'une catégorie 3 (sans DH) soit créée pour ce secteur.**

6.2. ANALYSE SPECIFIQUE POUR LES BUREAUX

L'analyse EDF sur le bâtiment de bureaux décrit en Annexe 4 (cf. Tableau 11) montre que les seuils ne sont pas accessibles en catégorie 1 en zone H3 et restent très contraignants pour les bâtiments climatisés en zone chaude.

	Seuil haut proposé (DHmax)	DH Bâti Base	DH Bâti Performance
Cat 1	900	517 en H1a et 692 en H2b et 2475 en H3	avec brise-soleil gestion Suntracking 224 en H1a et 274 en H2b et 1348 en H3
CAT 1 + clim + H2d ou H3	2 000	2 475 en H3	1348 en H3 avec brise-soleil gestion Suntracking

Tableau 11 : étude EDF sur le bâtiment de bureaux de 4 124 m² du consortium avec moteur R472 décrit en Annexe 4

6.3. DES PREREQUIS TECHNIQUES ET ARCHITECTURAUX POUR LES BATIMENTS CLASSES INCONFORTABLES

Il est important qu'un bâtiment dont le niveau de confort d'été est situé entre le seuil bas et le seuil haut puisse être équipé d'une climatisation efficace a posteriori. Pour ce faire, des prérequis techniques et architecturaux sont à définir avec les acteurs concernés. Il peut s'agir de :

- pré-dispositions pour les unités extérieures à des endroits favorables qui tiennent compte des impacts acoustiques et d'intégration architecturale,
- pré-dispositions pour le percement des liaisons électriques et frigorifiques : ce percement pour les canalisations entre unité intérieure et unité extérieure permettrait un tubage plus étanche qu'un post percement qui romprait les qualités de l'isolation du bâti.
- départ électrique spécifique avec disjoncteur différentiel et protections, pour les nouveaux départs lors de l'installation d'un nouvel équipement, moins coûteux qu'un redimensionnement de tableau.
- possibilité de se connecter à un réseau de froid existant
- pour un projet utilisant un réseau hydraulique pour le chauffage du bâtiment, intégrer l'usage « froid » dès sa conception : le réseau hydraulique doit pouvoir être « réversible » avec :

risque de déshydratation rapide en raison d'un dispositif de thermorégulation encore fragile. Ils sont aussi dépendants de leur entourage qui doit les inciter à s'hydrater ».

<https://www.senat.fr/questions/base/2019/qSEQ190711299.html>

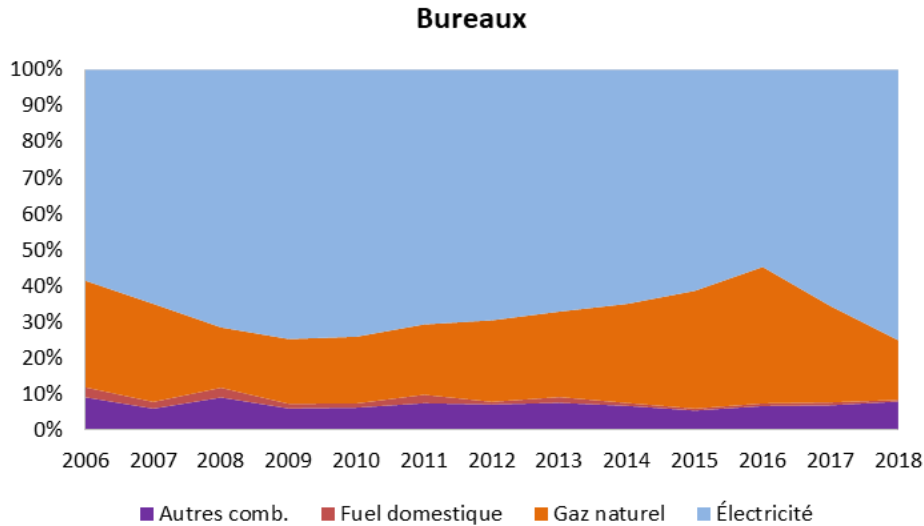
- des émetteurs adaptés (planchers chauffants-rafraîchissants, ventilo-convecteurs ou poutres froides)
- des isolants, sur la partie « réseau » reliant les points de production et d'émission, évitant les problèmes de condensation.

De plus amples détails sur ces prérequis techniques et architecturaux pour rendre possible l'installation a posteriori de systèmes de climatisation performants sont donnés en Annexe 5 de ce document.

ANNEXE 1. PARTS DE MARCHE ACTUELLES DES SYSTEMES ENERGETIQUES.

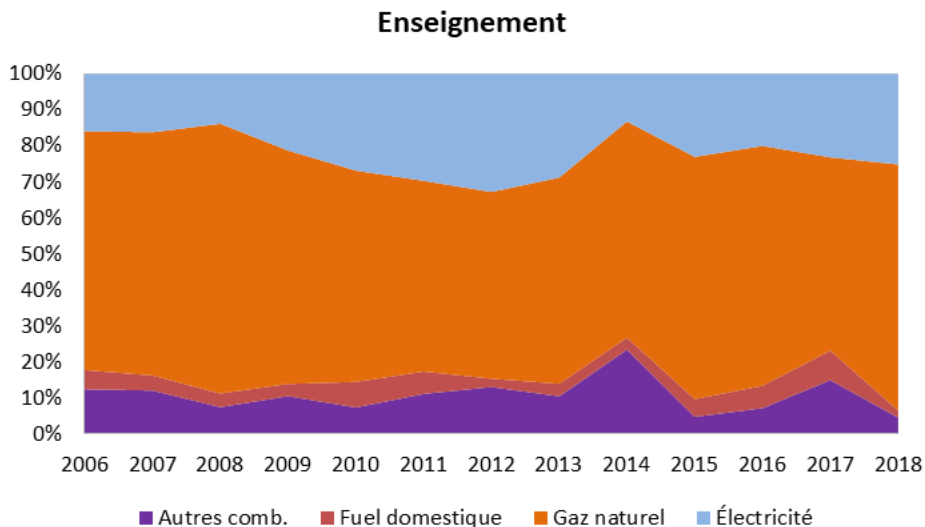
La situation actuelle en Bureaux neuf (source CEREN)

En bureaux, les énergies bas carbone sont déjà majoritaires puisque l'électricité couvre 75 % du parc neuf. La PAC représente 95% des nouvelles surfaces chauffées à l'électricité (source BatiEtude). Les chaudières gaz représentent de l'ordre de 17 % du parc neuf.



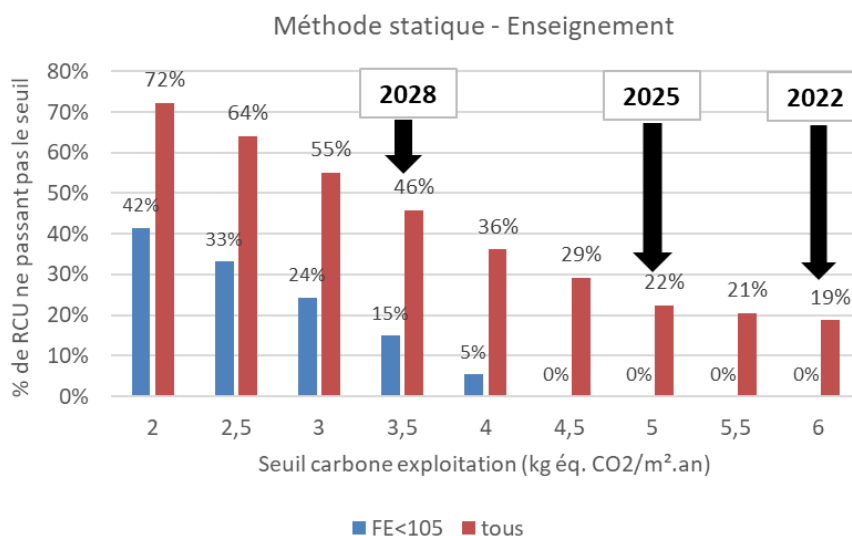
La situation actuelle dans l'enseignement neuf (source CEREN)

En enseignement, les énergies bas carbone sont rares puisque le gaz représente 68% des nouvelles surfaces. L'électricité ne représente que 25% des nouvelles surfaces. Lorsque les nouvelles surfaces d'enseignement sont chauffées à l'électricité, elles le sont par une PAC dans 88% des cas (source BatiEtude).

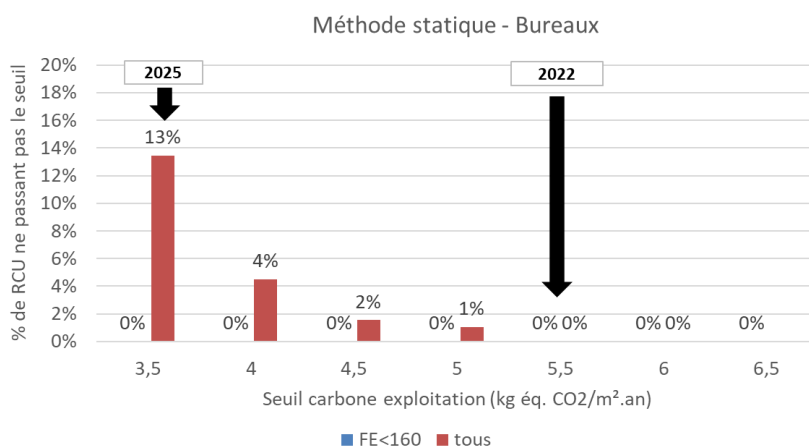


ANNEXE 2. POSITIONNEMENT DES RCU EN FONCTION DE SEUILS CARBONE « EXPLOITATION »

Les figures ci-dessous présentent le nombre de RCU qui ne permettraient pas de respecter la RE 2020 en fonction des seuils ICénergie proposés par la DHUP. Une différenciation est faite entre les RCU qui devraient être éligibles (contenu carbone inférieur à 105 g pour l'enseignement et 160g pour les bureaux) et les autres. Il est supposé que la consommation du bâtiment tertiaire enseignement connectée à ces RCU est de 60 kWhep/m² et pour les bureaux de 54 kWhep/m². Les facteurs d'émission de RCU correspondent aux chiffres 2018⁵ auxquels une part ACV indirecte de 30 gCO₂eq/kWh a été ajoutée.



Estimation de la part de RCU ne respectant pas différents seuils carbone exploitation dans le cas d'un bâtiment tertiaire enseignement (CEP = 60 kWhep/m²). Données 2018.



Estimation de la part de RCU ne respectant pas différents seuils carbone exploitation dans le cas d'un bâtiment tertiaire bureaux (CEP = 54 kWhep/m²). La modulation de surface a été appliquée pour les seuils carbone⁶. Données 2018.

⁵ <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/donnees-locales-de-consommation-denergie>.

⁶ Bureaux : Egesénergiemax2020= 7x0,76 = 5,3 et Egesénergiemax2025=7x0,76=3,8

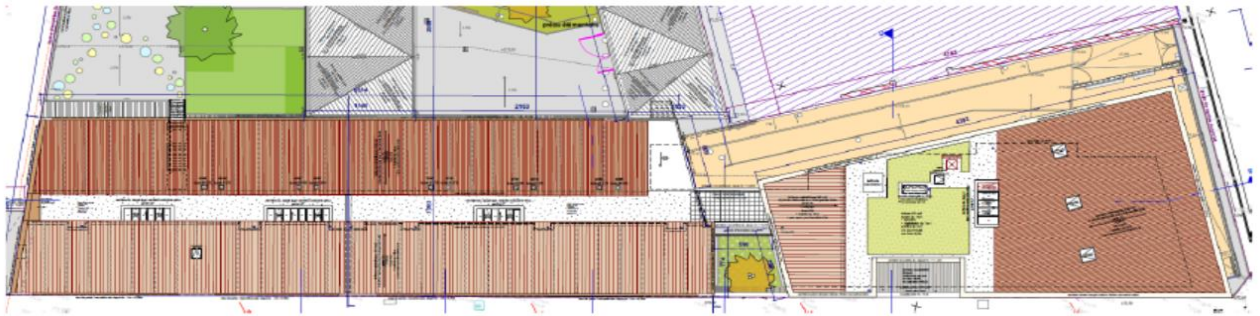
ANNEXE 3. DESCRIPTION DU BATIMENT D'ENSEIGNEMENT MODELISE

L'étude a été réalisée avec la version R472_B410 (14 avril 2021) du moteur Maestro par EDF sur la base des XML R379_B278 du consortium.

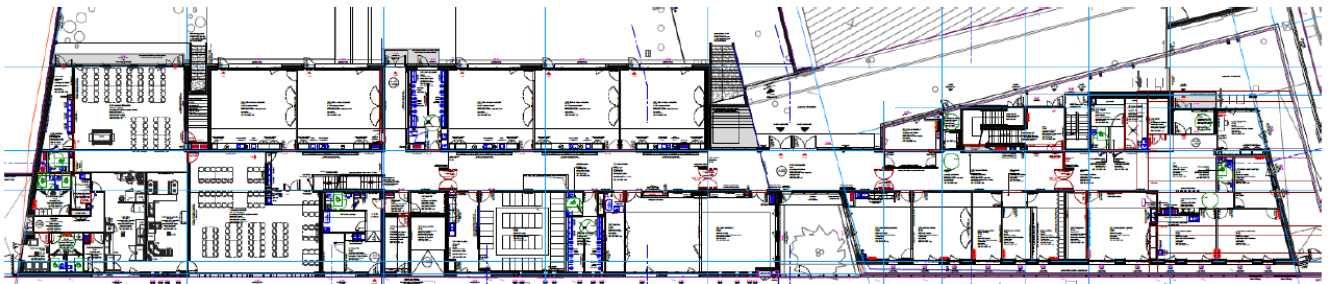
L'étude a porté sur une école primaire monozone (la zone restauration et la zone sport présentes dans le bâtiment initial ont été retirées de l'étude).

Il s'agit du même bâtiment que celui étudié par le BET Tribu Energie pour le compte du consortium d'étude constitué par EDF, Isolons la Terre contre le CO₂, CIM Béton, Ignes, FILMM, Fédération française des tuiles et briques et Uniclima.

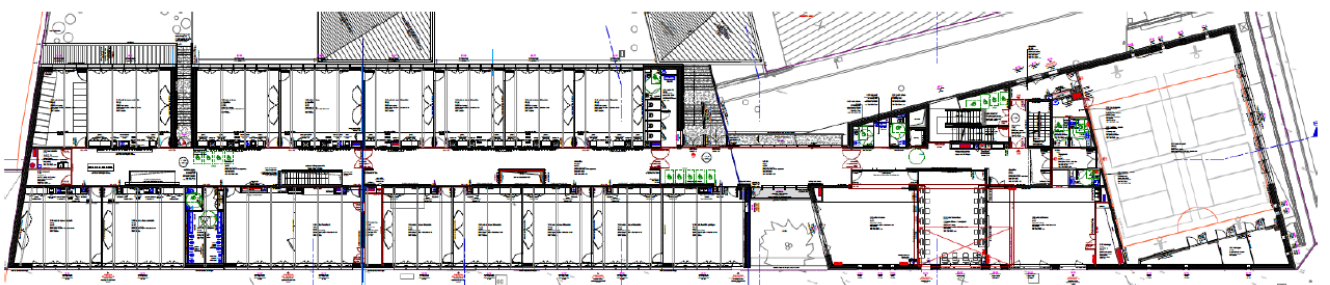
Plan masse du bâtiment (incluant les zones restauration et salle de sport) :



Plan du RDC :



Plan du R+1 :



Caractéristiques du bâtiment modélisé

SU	2 828 m ²
Surface de plancher (SDP)	2 960 m ²
S _{RT}	3 110 m ²
Zones climatiques	H1a, H2b, H3

Eclairage	<i>P = 5 W/m² - détection de présence + gradation dans salles de classe</i>
ECS	<i>Ballons électriques : 17x30 L + 3x100 L Mitigeurs mécaniques économes</i>
Ventilation	<i>Double flux 70% certifié – 20 049 m³/h Avec rafraîchissement adiabatique indirect en Bâti « Optimisé »</i>
Protections solaires	<i>Stores extérieurs motorisés</i>
PV	<i>Sans</i>
Mobilité verticale	<i>1 ascenseur de charge utile 630 kg</i>

Systèmes énergétiques étudiés

PAC AIR/AIR : P_{abs}=5x8,6 kW - COP 7/20°C=4,34 certifié – cassettes VT=0,4°C

PAC AIR/AIR Rev : P_{abs}=5x8,6 kW / P_{abs}=5x9 kW - COP 7/20°C=4,34 certifié / EER 27/35°C=3,74 certifié - cassettes VT=0,4/-0,4°C

PAC AIR/EAU : P_{abs}=28,5 kW x 2 - COP 7/45°C=3,59 certifié – radiateurs VT=0,4°C

PAC AIR/EAU Rev : P_{abs}=28,5 kW x 2 / P_{abs}=32,4 kW x 2 - COP 7/45°C=3,59 certifié / EER 35/7°C=2,94 certifié – Plafond réversible VT=0,4/-0,4°C

Effet joule : panneau rayonnant VT=0,2K

RCU : 151 kW – 50% d'ENR – radiateurs VT=0,4K

Chaudière gaz : 151 kW - 97,5/108,5% - radiateurs VT=0,4K

Deux variantes de bâti ont été étudiées : bâti « Standard » et bâti « Performance ».

	Variantes bâti étudiées	
	Bâti "performant"	Bâti "standard"
Murs extérieurs	Voile béton + ITE 240mm R=8 sous bardage Up=0.14 Couleur moyenne	Voile béton + ITI 120mm R=3.75 sous bardage Up=0.25 Couleur moyenne
Murs sur locaux non chauffés	Voile béton + ITI 120mm R=3.8 Up=0.25	Voile béton + ITI 100mm R=3.15 up=0.29
Toiture terrasse inaccessible	Dalle béton + isolation 200mm PUR R=9 Up=0.11 Couleur sombre	Dalle béton + isolation 140mm PUR R=6.35 Up=0.15 Couleur sombre
Plancher sur Terre-plein	Dalle béton + isolation sous dalle 180mm R=5.4 Up=0.17	Dalle béton + isolation sous dalle 125mm R=3.7 Up=0.24
Plancher sur Vide Sanitaire	Dalle béton + isolation sous dalle 180mm R=5.4 Up=0.17	Dalle béton + isolation sous dalle 125mm R=3.7 Up=0.24
Traitement Pont Thermique plancher Intermédiaire	Sans	Psi9 moyen=0,62 (rupteurs 62%)
Uw	DV Alu : 1,40	DV Alu : 1,60
Sw/ TIw sans Protect°	0,45/0,55	0,45/0,55
Sw/ TIw avec Protect°	0,17/0,09	0,17/0,09

Les bâtis « Standard » et « Performant » sont communs à toutes les zones climatiques.

Le bâti « Standard » n'intègre pas d'action optimisée pour le confort d'été.

Les performances équivalentes RT2012 des bâtis « Standard » et « Performant » sont :

Zone climatique	Bâti « Standard »	Bâti « Performant »
H1a	BbiomaxRT12 – 18%	BbiomaxRT12 – 41%
H2b	BbiomaxRT12 – 21%	BbiomaxRT12 – 46%
H3	BbiomaxRT12 – 27%	BbiomaxRT12 – 49%

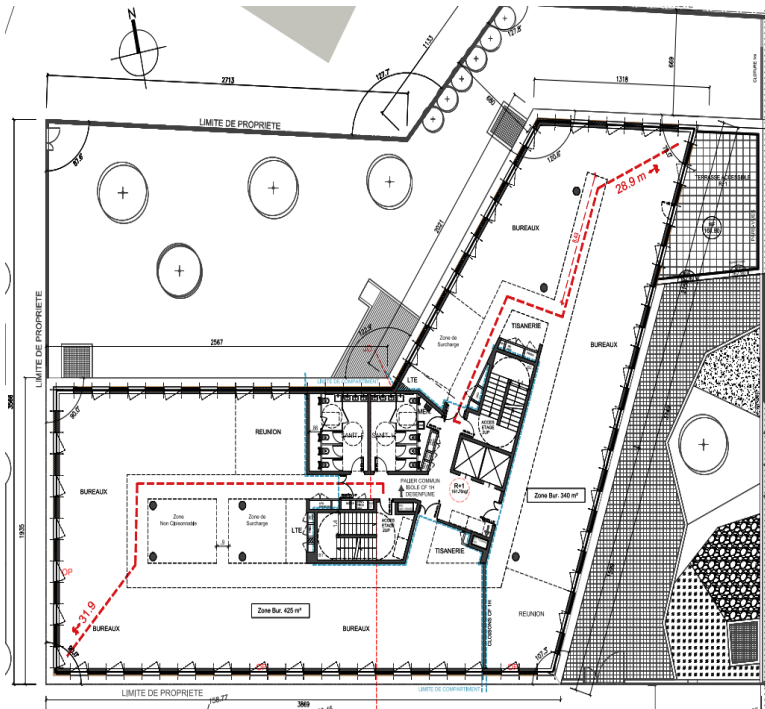
ANNEXE 4. DESCRIPTION DU BATIMENT DE BUREAUX MODELISE

Il s'agit du même bâtiment que celui étudié par le BET Tribu Energie pour le compte du consortium d'étude constitué par EDF, Isolons la Terre contre le CO₂, CIM Béton, Iignes, FILMM, Fédération française des tuiles et briques et Uniclimate.

Descriptif	R+4
	Plancher sur parking souterrain
	Toiture terrasse
S. utile (m²)	4124
SRT (m²)	4537
S. vitrée (m²)	822 m ² (35%)
Mode constructif	Béton + ITE



Plan d'un étage



Mode constructif :

	Bâti standard Béton	Bâti performant Béton
Murs ext	Voile béton + ITE 160mm LDV R=5 sous bardage Up=0.22	Voile béton + ITE 240mm LDV R=8 sous bardage Up=0.14
Mur locaux non chauffés	Voile béton + ITI 100mm PSE R=3.15 Up=0.29	Voile béton + ITI 120mm PSE R=3.8 Up=0.25
Plancher bas / parking	Dalle béton + isolation sous dalle Fibra Ultra FC 125mm PSE R=3.7 Up=0.24	Dalle béton + isolation sous dalle Fibra Ultra FC 180mm PSE R=5.4 Up=0.17
Toiture accessible R+4	Dalle béton + isolation 140mm PUR R=6.35 Up=0.15	Dalle béton + isolation 200mm PUR R=9 Up=0.11
Menuiseries extérieures	Double vitrage alu : Uw=1.6 Façade nord : Sw=0.45, Tlw=0.55 Autres orientations :	Double vitrage alu : Uw=1.4 Façade nord : Sw=0.45, Tlw=0.55 Autres orientations :

	Sw=0.25, Tlw=0.45	Sw=0.25, Tlw=0.45
Perméabilité à l'air	1.7 (défaut)	1 (mesurée)

Les systèmes :

Systèmes standards :

	PAC air/air clim	PAC air/air	PAC air/eau clim	PAC air/eau	RCU + groupe froid	RCU
Chaud	COP 7/20°C = 3,9 certifié VRV 0,4K	COP 7/20°C = 3,9 certifié VRV 0,4K	COP 7/45°C = 3,24 certifié VCV 0,4K	COP 7/45°C = 3,24 certifié VCV 0,4K	VCV 0,4K	VCV 0,4K
Froid	EER 35/27°C = 3,44 certifié VRV -0,4K	-	EER 35/7°C = 2,94 certifié VCV -0,4K	-	EER 35/7°C = 3,22 certifié VCV -0,4K	-
Ventilation	DF 70% certifiée avec préchauffage + bypass					
Éclairage	5W/m ² détection de présence + gradation automatique dans bureaux et salles de réunion					

Systèmes performants :

Idem systèmes standards, plus brise-soleil avec gestion Suntracking

ANNEXE 5. PRECONISATIONS ET PREREQUIS TECHNIQUES ET ARCHITECTURAUX A L'INSTALLATION, A POSTERIORI DE SOLUTIONS DE RAFFRAICHISSEMENT ET DE CLIMATISATION PERFORMANTES

Les incertitudes sur le niveau de confort d'été que permettront les systèmes passifs, l'évolution des contraintes climatiques, des exigences des occupants, des charges thermiques dans le bâtiment, de l'usage des locaux nous font penser qu'il est nécessaire d'intégrer des prérequis techniques et architecturaux dans les projets neufs afin que les bâtiments puissent être équipés d'un système de rafraîchissement ou de climatisation a posteriori. Ces prérequis concernent principalement les réseaux hydrauliques de distribution et les émetteurs de chauffage. Ils permettront le couplage de l'installation de chauffage a posteriori avec, par exemple, un système de géocooling local ou un réseau urbain de froid, un rafraîchissement par apport d'une petite puissance froide ou une climatisation centralisée performante si nécessaire au confort.

D'une façon générale, des prérequis concernant le dimensionnement au poids des toitures (terrasse en particulier) permettront l'intégration des nouveaux matériels énergétiques du bâtiment qu'il s'agisse, par exemple, d'un groupe de froid, de panneaux photovoltaïques ou de panneaux solaires thermiques.

EDF fournit ci-dessous des recommandations relatives à des pré-requis techniques et architecturaux pour l'installation de rafraîchissement/climatisation a posteriori, qui pourraient être consolidés avec les acteurs de la filière et les industriels. Pour le secteur tertiaire, et compte tenu de la variabilité des bâtiments possibles (taille, configuration...), ces recommandations peuvent se différencier selon la taille du bâtiment et le type de système mis en place (individuel ou centralisé et type d'équipements de chauffage).

■ Pour les bâtiments de taille importante, avec l'installation généralement de systèmes centralisés :

■ Intégration des unités extérieures (architecture, esthétique, acoustique)

En milieu urbain ou péri-urbain dense, une installation en toiture est souvent privilégiée. Il faut, dans ce sens, vérifier que :

- la toiture puisse supporter la masse du système. **Le choix d'un emplacement avec structure renforcée est donc à prévoir dès l'origine,**
- l'ensemble des canalisations hydrauliques ou frigorifiques et des câbles électriques puissent cheminer de la toiture aux locaux techniques (par l'extérieur ou par l'intérieur du bâtiment). **Il est alors préférable de prévoir des trémies et espaces disponibles dès l'origine.**

Si besoin, des protections acoustiques peuvent être envisagées et installées ultérieurement (exemples ci-dessous).

Diverses recommandations existent à ce sujet à l'AFPAC⁷.

⁷ https://www.afpac.org/downloads/Fiches-techniques_t20083.html



■ Adaptation des systèmes/réseaux/émetteurs pour ajout de l'usage climatisation

- Sans objet dans le cas de solutions DRV : si le système installé à l'origine est de **type DRV (PAC air-air multisplit à débit de réfrigérant variable)** ce qui est fréquemment le cas en bureaux par exemple, ces systèmes sont naturellement capables de fournir de la climatisation, ils sont réversibles (dits deux tubes) ou à récupération d'énergie (dits trois tubes).
- Si le bâtiment est chauffé à l'origine par un **système centralisé de ventilation de type CTA** (centrale de traitement d'air) en chauffage seul grâce à une batterie chaude (échangeur eau-air) alimentée par une chaudière ou une PAC, il faudra s'assurer qu'un emplacement est prévu et disponible pour recevoir une batterie froide (alimentée par un groupe froid seul) ou pour une batterie chaud/froid (alimentée par un groupe froid ou une PAC réversible).
- Si le bâtiment est chauffé à l'origine par **vecteur eau grâce à un réseau hydraulique** et une production de chaleur de type chaudière (ou PAC chauffage seul), il faut s'assurer que le réseau sera parfaitement réversible pour être capable de fournir le rafraîchissement et éviter la création d'un réseau de froid en parallèle (coût d'investissement plus important). Notamment :
 - Côté émission de chaleur, les radiateurs ne permettent pas de faire du rafraîchissement, il faut donc privilégier les **planchers chauffants-rafraîchissants, les ventilo-convecteurs ou les poutres froides** l'autorisent (en veillant toutefois à pouvoir évacuer les condensats de ces unités intérieures),
 - Côté réseau, l'ensemble du réseau doit être recouvert d'une peinture antirouille et être isolé (y compris les points singuliers et les traversées de parois/murs/dalles) avec des isolants semi-rigides type polyuréthane (pas d'isolants souples type laine de verre ou de roche) pour éviter la condensation. D'autre part, le réseau sera préférablement réalisé en matière plastique type PER avec barrière anti-oxygène ou matériau multicouche. Dans le cas de l'utilisation d'un réseau métallique, l'ensemble du réseau doit être recouvert d'une peinture anti-corrosion.

En résumé, il est important de garantir la réversibilité du réseau hydraulique dès l'origine du projet pour éviter d'importants verrous techniques a posteriori.

■ Pour les bâtiments de taille plus petite, avec l'installation de systèmes individuels :

Les petits bâtiments tertiaires se rapprochent des conditions et pré-requis pour le résidentiel (contribution sur des recommandations EDF en octobre 2020). Les principaux pré-requis identifiés étaient les suivants :

■ Disposer d'un emplacement pour installer l'équipement de rafraîchissement :

Pour un bâtiment RDC ou R+1, l'emplacement est la plupart du temps facile à trouver notamment si l'on dispose d'une parcelle. Pour des questions d'intégration architecturale et acoustique (zone dense, péri-urbaine, voisinage), il existe des solutions⁸ pour masquer l'unité ou abaisser le niveau acoustique à mettre en œuvre ultérieurement au moment d'une éventuelle installation de PAC.

Pour des bâtiments avec plusieurs étages, des emplacements individuels pourraient être réservés en créant des alcôves pour loger des PAC ou des balcons spécifiques (avec des grilles, bardages laissant passer l'air comme ci-contre).



■ Pré-dispositions pour le percement des liaisons électriques et frigorifiques.

L'installation d'une PAC individuelle nécessite que les canalisations frigorifiques et électriques cheminent entre unité extérieure et unité intérieure via un trou dans le mur extérieur du bâtiment.

Il serait pertinent de préparer ce trou en y faisant passer un tubage, en obturant ce tubage des deux côtés avec des bouchons ou grilles en prenant soin de boucher ce tube avec de l'isolant. L'avantage de le prévoir à l'avance est de s'assurer qu'on ne va pas abîmer l'isolation, la finition intérieure, l'enduit ou le crépi extérieur et endommager des câbles électriques ou autres qui nécessiteront des réparations ou reprises coûteuses après coup.

A la construction, ce carottage « équipé » ne coûtera pas plus que quelques dizaines d'Euros (~50€). C'est plus coûteux et complexe à réaliser après construction.

■ Départ électrique spécifique avec disjoncteur différentiel et protections.

L'objectif est de laisser un peu de place libre dans le tableau électrique pour pouvoir installer les départs supplémentaires pour la PAC et les organes de sécurité électrique (c'est peut-être déjà commun dans le neuf car il n'y a jamais de tableau universel qui corresponde à tous les logements). Le surcoût est négligeable (tableau légèrement plus grand) par rapport à l'installation d'un nouveau tableau plus grand par la suite (avec décâblage-recâblage complet).

⁸ <https://coffre-clim.fr/> ; <https://www.unicalboiler.com/products/domestic-50/air-conditioning/2394/mimo> ;