

## MEILLEURE COPIE

Concours interne d'INGÉNIEUR·E TERRITORIAL·E  
Session 2021

*Spécialité Ingénierie, gestion technique et architecture*

*Option Logistique et maintenance*

**ÉPREUVE DE PROJET OU ÉTUDE**

### Question 1 :

a) La notion de bâtiment bas carbone est apparue dès 2015 lorsque la France visait à réduire de 75 % les émissions de gaz à effet de serre (GES) par rapport à l'année 1990 (Facteur 4).

Depuis quelques années, les mesures et les initiatives en faveur d'une approche globale de la performance environnementale des bâtiments neufs se sont multipliées (RT 2012, label E+C-, RE 2020).

La nouvelle réglementation environnementale (RE 2020) est applicable depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2021. L'objectif est d'atteindre la neutralité carbone en limitant les GES des nouveaux bâtiments à toutes les étapes de leurs existences (origine des matériaux, construction, exploitation, déconstruction) avec une analyse du cycle de vie (ACV) de l'ensemble des matériaux.

La neutralité carbone associée à la vie du bâtiment et inscrite dans la RE 2020 a pour principal objectif de ramener la performance énergétique des nouvelles constructions à un niveau « passif ». Ils devront produire autant d'énergie qu'ils en consomment (bâtiment passif ou bâtiment à énergie positive).

La loi prévoit des normes à respecter :

- Les consommations de chauffage ne doivent pas excéder les 12 kWh/m<sup>2</sup>/an (isolation performante, ventilation efficace, conception bioclimatique)
- Le cumul de la consommation d'énergie primaire (chauffage + eau chaude + électricité) doit être inférieur à 100 kWh/m<sup>2</sup>/an
- La production d'énergie renouvelable couvre des besoins pour un bilan global passif ou positif.

b) Afin d'atteindre cet objectif de neutralité carbone pour les bâtiments d'Ingéville tout d'abord un diagnostic des bâtiments doit être réalisé. Souvent, il y a des choses simples à mettre en œuvre pour maîtriser les consommations d'énergie : le choix des bons contrats d'énergie (énergie verte) avec les puissances adaptées, la détection des anomalies, le contrôle et réglage et suivi des températures, la bonne maintenance et le suivi des installations (chauffage, éclairage, eau chaude sanitaire...). Une action peut également être menée auprès des occupants pour les associer à une démarche écoresponsable. Ensuite, les installations peuvent être optimisées afin d'augmenter leur efficacité (mise en place de source Led, commande automatique d'éclairage, isolation des chaudières et réseaux de

chauffage) des compagnes de mesure de température permettant d'adapter les consignes aux usages.

De plus, l'amélioration de la performance des bâtiments (après l'action auprès des occupants) peut être réalisée par des travaux (isolation renforcée des bâtiments, système de production d'énergie de chauffage performant, commande éclairages par luminosité et présence, programmateur de chauffage, thermostatique, horloge, protection solaire, gestion technique des bâtiments).

Enfin, nous pouvons avoir recours aux énergies renouvelables ENR tel que le photovoltaïque, le solaire thermique, l'éolien (suivant la configuration de l'environnement).

Le chauffage peut être réalisé au moyen de de chaudière bois. De plus, nous pouvons capter le CO<sub>2</sub> en végétalisant les espaces (toiture, abords des bâtiments, espaces extérieurs). Des procédés de géothermie peuvent également être utilisés (PAC) pour le chauffage.

Les nouveaux bâtiments devront respecter la RE 2020, cependant il convient d'associer le service énergie et maintenance des bâtiments clos de la conception des nouveaux projets.

## Question 2 :

Direction bâtiment

le 17/06/21

### Note à l'attention du directeur général des services techniques

Objet : Disposition générale du décret tertiaire et mise en application aux bâtiments de la ville d'Ingéville

référence : Décret du 24/07/2019

Face aux enjeux du changement climatique la France, s'est engagée à réduire les consommations énergétiques (application du facteur 4 protocole de Kyoto). De plus nous observons qu'une part de plus en plus importante des français souhaite que leur maire s'engage d'avantage dans l'action environnementale.

Alors que nous observons les bâtiments représentant 44 % de la consommation d'énergie française, il apparaît qu'une action est nécessaire sur les bâtiments tertiaire. Il s'agit d'une opportunité pour la ville d'Ingéville de s'inscrire dans cette dynamique. Nous aborderons dans cette note, dans un premier temps les dispositions générales du décret tertiaire ( I ), dans un second temps nous verrons les dispositions générales applicables aux bâtiments d'Ingéville ( II ).

#### I ) Les dispositions générales du décret tertiaire

Nous verrons tout d'abord le champs d'application du décret tertiaire (A), puis nous aborderons les obligations de réduction des consommations et les sanctions (B).

#### A) Le champs d'application du décret tertiaire

Le décret tertiaire n° 2019-771 du 23/07/2019 prévoit des obligations de réduction de la consommation d'énergie finale des bâtiments existants à usage tertiaire (bureau,

enseignemet, salle de sport...). Les publics concernés sont les propriétaires, mais également les preneurs (occupants).

Les équipements tertiaire concernés sont les bâtiments d'une surface plancher supérieure ou égale à 1 000 m<sup>2</sup> ( $\geq 1\ 000\ m^2$ ). De plus, sur une même entité foncière, il convient de cumuler l'ensemble des surfaces plancher de bâtiment. Si le total cumulé est  $\geq 1\ 000\ m^2$  l'ensemble de ces bâtiments sont pris en compte. Les bâtiments à usage précaire, bâtiments de culte ne sont pas concernés.

## B) Les obligations de réduction des consommation et les sanctions prévus dans la loi

Les objectifs de réduction de la consommation d'énergie finale sont chiffrés par palier, ainsi une année de référence des consommations postérieure à 2010 doit être prise en compte. Il y a une obligation de mise en œuvre d'actions de réduction de la consommation d'énergie finale pour atteindre les objectifs suivant :

- 40 % en 2030, - 50 % en 2040,

- 60 % en 2050 sur la base de l'année de référence identifiée. Des actions de performance énergétique des bâtiments, la mise en œuvre d'équipements performants, l'exploitation efficiente, l'adaptation des locaux aux usage permettant d'atteindre les objectifs de réduction. Ces objectifs peuvent être modulés suivant les risques pour le bâtiment (pathologie du bâti, contrainte architecture). Une plateforme informatique mise en place par l'Ademe permet de recenser les bâtiments (surface, activité, consommation annuelle d'énergie). Au plus tard le 30 septembre 2021, les consommations de l'année précédente devront être renseignées et ce chaque année.

Lors des échéances suivantes : 31 décembre 2031, 2040, 2050 les services de l'Ademe procéderons au contrôle de l'atteinte des objectifs.

En cas de non respect des obligations, des sanctions peuvent être prise par le préfet après mise en demeure (publication de la mise en demeure et amende de 1 500 € pour les personnes physiques et 7 500 € pour les personnes morales).

## II Dispositions à appliquer sur les bâtiments de la ville d'Ingéville

Nous verrons tout d'abord l'état des lieux à réaliser sur le patrimoine de la ville (A), ensuite nous aborderons le plan d'action pour la mise en application du décret (B).

### A) État des lieux des bâtiments de la ville d'Ingéville

Il convient tout d'abord d'établir un état des lieux complet de l'ensemble de notre patrimoine de bâtiment (usage, surface, consommation énergétique, unité foncière, cartographie, plan, type d'énergie, année de construction, travaux déjà réalisés et année de réalisation, planning d'occupation).

Un bilan approfondie des consommations sera également mené, les bâtiments éligibles seront identifiés. Ensuite, un bilan plus technique devra être réalisé sur le bâti (isolation, performance, équipement technique de chauffage, ventilation, éclairage, ensoleillement...). Ce bilan permettra de dégager des montant financier de travaux d'investissement afin de hiérarchiser les actions à mener. Le responsable du pôle énergie sera en charge du suivi et de la mise en ligne des information sur le site Operat de l'Ademe. Un tableau de bord annuel sera mis en place et partagé avec l'ensemble des acteurs (Élus, directeur, responsable d'équipement).

Un marché d'assistance à maîtrise (AMO) pourra être mis en place pour la réalisation des gros travaux d'investissement. Il est à noté que nous ne retenons dans un premier temps

que l'ensemble des bâtiments tertiaire dont la surface cumulée est  $\geq 1\ 000\ \text{m}^2$ . Les bâtiments de culte sont exclus du décret.

#### B) Plan d'action pour la mise en application du décret tertiaire aux bâtiments d'Ingéville

Une action en mode projet sera mise en place avec un chef de projet (Ingénieur responsable énergie). Un comité de pilotage composé des élus en charge des thématiques de l'énergie, des bâtiment et du développement durable sera mis en place, les responsables des grosses structures, le service urbanisme des partenaires et financiers pourront être associés. Il se réunira tous les 3 mois. Un comité technique sera également mis en place, composés des élus, techniciens. Le chef de projet aura en charge le pilotage du projet et le suivi administratif des dossiers (modulation des objectifs sur les bâtiments contraints à une adaptation). Il dressera également des bilans et procédera à un contrôle de gestion sur les actions réalisées afin de mesurer l'atteinte de objectifs fixés. Le pilote de projet sera également l'interlocuteur privilégié de l'ensemble des responsables d'équipements avec pour objectif d'impliquer les usagers dans une démarche écoresponsable. Il proposera des partenariats privés éventuels afin de réaliser les travaux d'investissement coûteux (contrat de performance énergétique (MGP), (CPE), (GER)). Un plan pluriannuel d'investissement sera également proposé.

#### Question 3 :

b) Nous pouvons observer une baisse globale de la consommation énergétique de l'école maternelle (N°105) depuis 2006.

Le remplacement de la chaudière en 2008 a engendré une petite baisse de  $- 2,24\ \%$  des consommations de gaz en 2009.

Suite à la rénovation du bâti en 2015 (isolation parois, double vitrage), les consommations d'énergie ont tout de même augmenté en 2016. Cependant, suite à la notification du nouvel exploitant, nous mesurons en 2017 le résultat des travaux par une baisse des consommations de gaz de  $- 10,93\ \%$  (par rapport à 2015) et  $- 20,83\ \%$  (par rapport à 2016).

Les consommations énergétique de gaz sont stables depuis 2017.

Toutefois, il est à noter que nous n'observons pas de baisse en 2019, et ce malgré le confinement. Une action corrective est à mettre en place en relation avec l'exploitant pour un meilleur suivi des programme horaire d'occupation des bâtiments.

Les consommations électrique ont également légèrement diminué depuis 2006 d'une manière globale.

a) Voir annexe D

c) Le décret tertiaire propose de définir une année de référence pour qui servira de base pour le calcul de la diminution de la consommation d'énergie ( $- 40\ \%$  en 2030,  $- 50\ \%$  en 2040,  $- 80\ \%$  en 2050).

Nous avons déjà l'opportunité de valoriser les travaux que nous avons réalisés en 2015 sur l'enveloppe du bâti.

Il est donc proposé de retenir les consommations de l'année 2014 pour les consommations de référence à renseigner sur le site de l'Ademe.

#### Question 4 :

##### I ) Les types de marchés :

Il existe différents types de marchés d'exploitation des installations de chauffage :

- Marché à forfait (MF)
- Marché à température extérieure (MT)
- Marché à comptage (MC)
- Marché combustible et prestation (CP)
- Marché prestation et forfait (PF)

Ces marchés prévoient la conduite de l'installation et les petit travaux ( $P_2$ ), ainsi que la fourniture du combustible ( $P_1$ ). Sauf pour le marché (PF) qui ne comprend pas de ( $P_1$ ). Ils peuvent comprendre un intéressement (MTJ, MCI...) sauf pour le marché (MF). Enfin, ces marchés peuvent comprendre la prestation gros entretien et renouvellement (GER).

Le marché d'exploitation chauffage doit comprendre : la spécificité du marché retenu, la consistance de l'installation, les obligations des parties, les conditions techniques, les pénalités.

##### II ) Les durées contractuelles

Une durée maximum est fixée pour les marchés : elle est de 5 ans maximum pour l'ensemble des marchés (correspond à 5 saisons de chauffe complète) pour l'ensemble des marchés.

En cas de clause de paiement du combustible les marchés sont de 8 ans maximum.

Enfin, ils peuvent aller jusqu'à 16 ans maximum s'ils comportent une clause de gros entretien et renouvellement (GER).

##### III Les avantages et inconvénients des différentes forme des marchés d'exploitation

###### A) Le marché à forfait (MF)

Ce marché à forfait comprend la fourniture de combustible ( $P_1$ ), ainsi que la conduite de l'installation et les petits travaux ( $P_2$ ), la durée maximum est de 8 ans.

##### Avantage :

La consommation des fluides est forfaitaire et à la charge du titulaire, le budget de fonctionnement lié au chauffage est chaque année le même (sauf évolution des plages de chauffage), il est simple de prévisionner les dépenses. Les contrats sont gérés par l'exploitant qui achète au mieux.

Cela implique au titulaire de bien veiller à la conduite des installations afin d'éviter les dérives de fonctionnement.

Le titulaire explore des possibilités d'optimisation énergétique avec l'accord de la ville.

Inconvénient :

En cas de situation climatique favorable la ville ne bénéficie pas de la baisse des consommations d'énergie.

B) Le marché à température extérieure (MT)

Le marché comprend la fourniture du (P<sub>1</sub>) et du (P<sub>2</sub>) avec une durée maximum de 5 ans.

Le montant du forfait combustible est initialement fixé forfaitairement, puis il est corrigé en fonction des conditions climatiques.

Avantage :

Le Maître d'ouvrage bénéficie d'un retour économique en cas de condition hivernale favorable. Le budget de fonctionnement peut tout de même assez facilement être programmé. Le titulaire garde la gestion des contrats de combustible, comme pour le marché précédent il a intérêt à bien maîtriser la conduite des installations et l'optimisation du chauffage.

Inconvénient :

Le Maître d'ouvrage ne bénéficie pas d'un retour en cas de réductions individuelles de chauffage des occupants. Il en va de même sur l'optimisation de la régulation et des rendements.

C) Le marché à comptage (MC)

Le marché comprend la fourniture de combustible (P<sub>1</sub>) et les prestations (P<sub>2</sub>).

La particularité de cette formule est la prise en compte de données de comptage pour évaluer la consommation. Le combustible reste à la charge du titulaire. La durée maximale est de 5 ans.

Avantage :

Le Maître d'ouvrage bénéficie des économies réalisées par une bonne utilisation des occupants. Le titulaire bénéficiant quant à lui de la bonne maîtrise des équipements. Cette formule est intéressante en cas d'utilisation des bâtiments par des entités juridiques différentes.

Inconvénient :

La ville ne bénéficie pas de l'optimisation des installations techniques.

D) Le marché combustible et prestation (CP). Il comprend également les postes (P<sub>1</sub>) (P<sub>2</sub>)

La particularité de cette formule est la gestion du combustible. Elle est fourni par le titulaire mais elle n'est pas forfaitaire, le montant est évalué en fonction des quantités livrées.

La durée maximum du marché est de 5 ans. Le prix du combustible est évalué au départ.

Avantage :

La personne publique bénéficie des économies d'usage, d'optimisation et de condition climatique favorable sans avoir à gérer les contrats.

Inconvénient :

Si les achats de combustible sont optimisés la ville ne peut pas en bénéficier.

Une surveillance renforcée doit être mise en place pour veiller à la bonne application des prestations. En effet, le titulaire ne bénéficie pas des avantages tirés sur les économies de combustibles.

#### E) Le marché prestation et forfait (PF)

Le titulaire n'assure que la conduite des installations (P<sub>1</sub>). L'approvisionnement en combustible est géré par la ville. Le marché peut durer au maximum 5 ans.

#### Avantage :

La personne publique bénéficie de tous les avantages : économie d'usage, optimisation des installations, optimisation des contrats, baisse des tarifs d'achat de l'énergie.

#### Inconvénient :

Le titulaire n'a aucun intéressement. Un suivi rigoureux des prestations doit être opéré.

#### Question 5 :

a) Budget de fonctionnement du pôle énergie de la ville d'Ingéville.

Les principaux postes de fonctionnement de notre pôle énergie sont les suivants :

- chauffage exploitation : 2.497.612 € TTC
- électricité : 1.144.577 € TTC
- eau : 630.000 € TTC
- entretien des équipements techniques : 760.000 € TTC
- prestations intellectuelles : 243.000 € TTC
- masse salariale du service : 270.000 €

Les postes de consommations des énergies sont les plus importants.

b) Plan pluriannuel de diminution des dépenses de fonctionnement

#### I Diminution des consommations énergétiques et optimisation des contrat et marché

Le poste des consommations énergétiques des bâtiment représente à lui seul 4.272.189 € TTC tous fluides confondus (eau, chauffage exploitation électricité).

Afin de réduire ce poste, il est proposé dans un premier temps de privilégier les actions les moins coûteuse qui doivent être le préalable avant toute démarche d'investissement.

A) Action auprès des occupants des bâtiments

Les occupants des bâtiments connaissent parfaitement le fonctionnement des bâtiments. Ils sont une source d'information importante pour bien identifier les usages et adapter au mieux les équipement. Par ailleurs, l'implication, la participation et la consultation des usagers dans

la démarche d'économie d'énergie est primordiale pour la bonne application des consignes de fonctionnement. La mise en place d'autogestion peut aussi être envisagée.

#### B) Optimisation des installations et contrat

Compte tenu du montant global de la part énergétique sur le budget, il apparaît opportun d'étudier toutes les possibilités d'optimisation des contrats et marchés en cours. Notre contrat d'exploitation (MT) peut être en fonction des données contractuelles afin de mieux bénéficier des économies de consommation. L'optimisation des installations est également nécessaire : détection des anomalies, contrôle réglage des installation, suivi des température, efficience de la maintenance, optimisation du chauffage en fonction des usages.

#### C) Petits travaux d'optimisation des installations

Les installations peuvent être optimisés au travers de petit travaux d'amélioration : mise en place de source Led, isolation des réseaux, optimisation du nombre de source lumineuse, vérification du dimensionnement des installations, réglage des installations.

#### D) Mise en place d'un plan pluriannuel d'investissement (PPI)

Après l'action auprès des occupants et leur adhésion au projet, il est proposé de mettre en place un PPI.

Le PPI comprendra des gros travaux d'investissement afin d'améliorer la performance thermique des bâtiments, il comprendra notamment :

- un renforcement de l'isolation extérieure des bâtiments (qui limite l'impact sur le fonctionnement lors des travaux, mais également plus performant)
- Mise en place de système de production d'énergie de chauffage et eau chaude sanitaire performant (chaudière à condensation, bois, PAC, géothermie).
- Mise en place d'une GMAO
- La mise en place de système de gestion active des installations (capteurs, gestion technique de bâtiment, afficheur)
- Une action pour favoriser le bioclimatique des bâtiments sera mise en place (protection solaire, végétalisation...)
- Les énergies renouvelables seront également proposées (solaire thermique, photovoltaïque, chaudière bois, géothermie, pompe à chaleur). Pour lisser le coût des travaux nous pouvons utiliser les CPE, GER...

## II Les conditions de la réussite du projet

Les facteurs clés de la réussite du projet se déclinent suivant plusieurs axes :

#### A) L'adhésion de l'ensemble des acteurs

L'adhésion des acteurs est essentielle pour l'atteinte des objectifs. En effet, ils sont, de part leur implication, les garant du bon usage des bâtiments comme nous l'avons vu précédemment.

#### B) Le suivi et le contrôle des objectifs

Un véritable contrôle de gestion doit être mis en place en phase exploitation afin de permettre le maintien de la performance des installation.

Cela implique une maintenance des équipements conforme aux préconisations des fabricants.

Les gestions techniques des bâtiments, les systèmes de type Smart City, les capteurs de température sont autant de systèmes permettant de suivre les équipements.

La mise en place d'une GMAO est également un outil qui nous permettra de relever le défi de la baisse des consommations énergétiques par le suivi de l'ensemble des intervenants de nos bâtiments. Ce suivi est essentiel.

Plusieurs acteurs et financiers pourront nous accompagner ADEME, CEREMA, certificat d'économie d'énergie, fond européen.

# Annexe D

« Historique des consommations d'une école maternelle (site n°105 dans l'annexe A) » – INGEVILLE – 2021 –  
 Format A3 – 2 exemplaires dont un à rendre avec la copie

unité	début de chauffe en octobre	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
	fin de chauffe en mai exploitant	n°1	n°1	n°1	n°1	n°1	n°1	n°2	n°2	n°2	n°2	n°3	n°3	n°3	n°3
	Type de marché : température ambiante contractuelle	PF	PF	PF	PF	PF	MTI	MTI	MTI	MTI	MTI	MTI	MTI	MTI	MTI
		>23°C	>23°C	>23°C	>23°C	>21°C	20°C	20°C	20°C	20°C	20°C	19°C	19°C	19°C	19°C
DJU	DJU: rigueur climatique de référence (base DJU18)	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2400	2400	2400	2400
MW/h	NB	171	171	342	121	121	81	81	81	71	71	66	66	66	66
DJU	DJU: rigueur climatique observée (base DJU18)	1710	2224	2391	2380	x	2095	2579	1950	2010	2014	2088	2090	2077	1896
MW/h	NC	110	116	86,54	83,41	x	59,19	80,72	47,24	67,29	52,17	63,53	50,71	51,71	42,07
MW/h	N°9														
MW/h	écart (N°9-NC) en MW/h														
kWh/m <sup>2</sup>	ratio NC/DJU en kWh/DJU18	63,83%	52,15%	35,94%	34,87%		29,16%	31,01%	21,10%	26,83%	20,81%	25,72%	25,02%	24,54%	17,51%
kWh/m <sup>2</sup>	NC / surface du bâtiment	279,67	155,81	78,63	103,87		249,44	100,21	128,85	83,74	150,91	77,28	625,70	638,20	525,22
MW/h	consommation annuelle d'énergie finale de gaz ajustée à la rigueur climatique de référence (Gaz finale = NC-DJU/DJU)	160	150	89	84	x	40	77	60	83	64	72	57	68	58
MW/h	consommation électrique annuelle	23,7	25,0	26,0	22,0	25,0	20,0	23,9	23,5	22,6	24,3	22,1	20,9	21,5	15,7
MW/h	calcul de la consommation annuelle d'énergie finale totale ajustée (gaz +électricité)	183,7	175	115	109		90	100,9	83,5	105,6	88,3	94,1	77,9	89,5	73
	fait manquant														
				négociation pour diminuer la valeur NB	négociation pour diminuer la valeur NB suite au remplacement d'une vieille chaudière par une nouvelle chaudière à condensation à l'été 2008	pas de données	notification d'un nouvel exploitant de chauffage en septembre			négociation pour diminuer la valeur NB	Rénovation du bâti au second semestre 2015 (isolation par l'intérieur (épaisseur 15cm) sur toute la périphérie du bâtiment et pose de double vitrage (90% des fenêtres))	notification d'un nouvel exploitant de chauffage en septembre			confinement, utilisation partielle du bâtiment

NB: pas de donnée disponible antérieure à 2006

justicia 3) a)