

CONSTRUCTION DURABLE

Un ensemble de constructions (programme) est proposé comme support technique.

L'ensemble de constructions dans son aspect urbanisme et architecturale sera le support du thème 11.

Un bâtiment est choisi, dans notre cas, un petit bâtiment collectif. Cette construction servira de support aux thèmes 12 et 21.

Pour chaque thème, après une mise en situation (plans, schémas, données, principes...), le questionnement sera présenté sous la forme suivante :

1. analyse de l'existant présenté ;
2. diagnostic ;
3. propositions de solutions.

Le candidat est invité à se prononcer sur tout ou partie de ces trois points.

Domaine 1 – ENVIRONNEMENT – URBANISME

Thème 11 : URBANISME et ARCHITECTURE

L'objectif de cette partie est d'étudier les choix d'aménagement du terrain et de proposer des solutions pour en améliorer la pertinence.

Mise en situation



Le document technique **DT1** décrit l'opération.

TRAVAIL ATTENDU

Analyse (à partir du document technique 1)

Q111. Déterminer quelques valeurs numériques pertinentes qui traduisent l'aménagement de ce terrain.

Q112. Mettre en relation les solutions d'aménagement présentées avec les enjeux suivants :

- sobriété énergétique, bio climatisme ;
- bilan carbone ;
- urbanisme, mixité sociale ... ;
- transport et déplacements

Diagnostic

Q113. Déterminer les points forts et les points faibles de l'aménagement proposé.

Propositions d'amélioration

Q114. Conclure en proposant une ou plusieurs pistes d'améliorations, ces propositions seront représentées (schémas, croquis) et argumentées (principes, justifications).

Thème 12 : CONSTRUCTION DURABLE – OPTIMISATION DES APPORTS SOLAIRES

Les documents techniques **DT2** et **DT3** illustrent le thème 12.

Le thème 12 concerne les logements 2 à 5 et 31 à 34.

L'objectif de cette partie est d'étudier une partie des logements du point de vue des apports solaires d'hiver et d'été.

Mise en situation : DT2 et DT3

TRAVAIL ATTENDU

Analyse

Q121. L'objectif est d'optimiser les apports solaires par les vitrages, soit minimiser les apports solaires d'été et maximiser les apports solaires d'hiver.

Analyser la proposition architecturale de ces logements en fonction de cet objectif.

Q122. Déterminer l'énergie perdue pendant la période de chauffe par déperditions par les vitrages.

Q123. Déterminer l'énergie captée par ensoleillement durant la même période.

Diagnostic

Le diagnostic du concepteur est effectué, il souhaite :

- minimiser les apports solaires d'été des grandes baies vitrées, par un dispositif de protection solaire (brise soleil, casquette, avancée ...), et n'envisage pas de modification du facteur solaire des vitrages ;
- maximiser les apports solaires d'hiver en offrant le plus de surface possible des grandes baies vitrées à l'ensoleillement ;

- améliorer le bilan thermique (pertes par déperditions – apports solaires) des vitrages par logement.

Propositions d'amélioration

Q124. Conclure en proposant une solution de protection solaire. Cette solution sera :

- localisée, n° de logement et position ;
- représentée, géométrie (vue de face et coupe) et cotation ;
- évaluée brièvement, efficacité en été (protection) et en hiver (apport) ;
- définie technologiquement, dimensions, matériau, fixation.

Le document réponse n°1 pourra servir de support à la réponse.

Domaine 2 -- STRUCTURE - MATÉRIAUX

Thème 21 : CONCEPTION MÉCANIQUE

Le document technique **DT4** illustre le thème 21.

Le thème 21 concerne les logements 2 à 5 et 31 à 34.

L'objectif de cette partie est de vérifier le dimensionnement des montants d'une ossature bois aux charges verticales et aux effets du vent.

Mise en situation

La technique retenue est l'ossature bois. Le document technique **DT4** décrit graphiquement cette technique.

En résumé,

- la structure d'un mur ossature bois est composée :
 - d'un cadre (montant et traverse de section usuelle 120 mm x 45 mm), l'entraxe des montants est de 600 mm ;
 - d'un voile travaillant (panneau de contreplaqué ou de particules) d'épaisseur 9 mm, agrafé sur les montants et traverses par des agrafes de 50 mm disposées tous les 50 à 100 mm ;
- les charges verticales (poids des matériaux, neige, charges d'exploitation) sont reprises par les montants et transférées aux fondations ;
- les charges horizontales de vent sont reprises par le voile travaillant et transférées au sol.

TRAVAIL ATTENDU

Analyse

Q211. Évaluer le chargement vertical maximal sur un montant d'ossature du rez-de-chaussée.

G (poids des matériaux)	Toiture	0,8 kN·m ⁻² (de projection horizontale)
	Plancher	0,5 kN·m ⁻²
	Poids propre des murs	0,8 kN·m ⁻² (pour 1 m ² de mur)
S (neige)		0,4 kN·m ⁻² (de projection horizontale)
Q (exploitation)	(sur le plancher)	1.5 kN·m ⁻²

La combinaison utilisée sera 1,35 G + 1,5 Q + 0,75 S

Q212. Le chargement de vent long pan (1,5 W), appliqué aux murs de l'étage est de 21 kN. Le mur M1E et le mur M2E reprennent chacun 10,5 kN.

Expliquer (croquis, calcul) pourquoi et comment ce chargement est réparti sur ces deux murs.

Q213. Le chargement de vent long pan (1,5 W) appliqué aux murs du rez-de-chaussée est de 48 kN. Le plancher constitue un diaphragme qui redistribue les efforts sur l'ensemble des murs du rez de chaussée, la méthode de distribution est expliquée par le DT4 6/6.

Après application de cette méthode les efforts à reprendre par chaque mur sont respectivement :

M1 R0	0 kN
M2 R0	48 kN
M3 R0	36,3 kN
M4 R0	0 kN
M5 R0	36,3 kN

Expliquer pourquoi les murs M1 R0 et M4 R0 ne reprennent pas d'effort et vérifier soit en appliquant la méthode proposée dans le DT4 6/6, soit par toute autre méthode justifiée, les valeurs d'effort à reprendre données ci-dessus.

Diagnostic

Résistance aux charges verticales sur les montants

Q214. La résistance des montants aux charges verticales est donnée :

- résistance à la compression axiale avec prise en compte de l'instabilité de flambement est de $6,5 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-2}$;
- résistance à la compression transversale (défaillance de l'écrasement de la traverse par le montant) est de $2,2 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-2}$.

Peut-on valider la section des montants au regard des charges verticales ? Justifier.

Q215. Le concepteur envisage de concevoir ce bâtiment avec un étage de plus.

Sur le critère de la résistance aux charges verticales, peut-on envisager cette option ? Justifier la réponse.

Résistance aux charges horizontales de vent sur les murs

Nota : la résistance d'un mur aux charges horizontales correspond à la somme des résistances au cisaillement bois-métal des agrafes qui lient le voile travaillant à l'ossature des montants et des traverses et qui s'opposent à la rupture du mur.

La résistance des murs d'étage aux charges horizontales est vérifiée et ne concerne plus cette étude.

La résistance des murs du rez-de-chaussée aux charges horizontales est donnée, soit $4,5 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$ de largeur de mur bxi, ce qui donne :

- Mur M1 R0	0 kN
- Mur M2 R0	24,3 kN
- Mur M3 R0	45 kN
- Mur M4 R0	49,5 kN
- Mur M5 R0	45 kN

Le diagnostic est porté, le mur M2 R0, n'est pas en mesure de reprendre l'effort de vent (l'effort appliqué est supérieur à sa résistance).

Propositions d'amélioration

Q216. L'incapacité du mur M2 R0 à résister à l'effort de vent appliqué a été diagnostiquée. Conclure en proposant une solution qui permette à ce bâtiment de résister aux charges horizontales de vent, sans modification de la géométrie de ce bâtiment (dimensions extérieures, cloisonnage, volumes, position des ouvertures ...).

La solution proposée sera représentée, argumentée et justifiée.

Domaine 3 – GESTION DE L'ÉNERGIE

Thème 31 : VENTILATION

L'objectif de cette partie est d'analyser différents moyens de ventilation.

Pour cette partie il convient de se référer au **DT5**.

Le thème 31 concerne les logements 2 à 5 et 31 à 34 dont voici la représentation d'un logement :

Propositions d'amélioration

Q314. Comparer la VMC simple flux ($P_{\text{ventilateur}} = 33 \text{ W}$) avec une VMC simple flux hygroréglable microwatt ($P_{\text{ventilateur}} = 10,4 \text{ W}$) sachant que ce dispositif permet de moduler les débits d'air en fonction de l'humidité ambiante.

Q3141. Décrire les différences concernant le principe de fonctionnement et expliquer l'incidence sur l'efficacité énergétique.

Q3142. Lister les modifications techniques lors de la réalisation.

Q3143. Déterminer les déperditions engendrées et la consommation d'énergie nécessaire au fonctionnement, sachant que le débit total moyen annuel sera de 80 m^3 par heure. En déduire l'amortissement sachant que cette installation engendre un surcoût de 500 €, et que le kWh utile coûte 0,11 € en moyenne.

Q315. Comparer la VMC simple flux ($P_{\text{ventilateur}} = 33 \text{ W}$) avec une VMC double flux ($P_{\text{ventilateur}} = 70 \text{ W}$) sachant que ce dispositif permet de récupérer environ 85 % de l'énergie.

Q3151. Décrire les différences concernant le principe de fonctionnement et expliquer l'incidence sur l'efficacité énergétique

Q3152. Lister les modifications techniques lors de la réalisation,

Q3153. Déterminer les déperditions engendrées et la consommation d'énergie nécessaire au fonctionnement. En déduire l'amortissement sachant que cette installation engendre un surcoût de 2 000 €, et que le kWh utile coûte 0,11 € en moyenne.

Optimisation

La ventilation est une source de perte d'énergie mais cet élément peut être intéressant l'été :

Q316. Expliquer en quoi une sur-ventilation nocturne peut jouer un rôle dans le confort d'été.

Q317. Conclure en établissant la logique de fonctionnement de la sur-ventilation nocturne dans le cas où serait installée :

- une VMC simple flux ;
- une VMC double flux.

Thème 32 : PRODUCTION D'EAU CHAUDE SANITAIRE (ECS)

Cette partie a pour objectif de comparer des systèmes de production d'eau chaude. Pour cette partie il convient de se référer au **DT5**.

Mise en situation

Chaque logement (SHAB : 70 m^2 ; SHON : 80 m^2) doit être équipé d'un ballon de production d'ECS de 200 litres. Toutefois, le maître d'ouvrage hésite entre une production purement électrique ou une production combinée solaire-électrique.

TRAVAIL ATTENDU

Analyses

Q321. Déterminer les besoins énergétiques annuels pour produire cette eau chaude sanitaire sachant que la température moyenne de l'eau froide sur l'année est de 13°C et que la consommation d'eau chaude sanitaire est estimée à 191 litres à 55°C par jour.

Propositions d'amélioration

Q322. Déterminer les besoins électriques annuels pour produire cette eau chaude sanitaire en considérant que la couverture solaire dans cette région est de 73,7%.

Q323. Analyser l'amortissement de l'installation solaire sachant que le surcoût est estimé à 3 500 € et que le kW·h électrique en heures creuses coûte 0,0864 €.

Impact environnemental

Q324. Déterminer l'énergie primaire par m² de SHON engendrée par une production purement électrique et une production mixte. Sachant que la part de chauffage représente 121,7 kWh·m⁻² de SHON, justifier l'intérêt du solaire au niveau de l'étiquette énergétique.

Q325. En déduire les émissions de CO₂ en considérant un chauffage électrique et les deux solutions de production d'ECS.

Bilan

Q326. Reproduire le tableau ci-dessous et cocher les cases, puis conclure en réalisant un comparatif argumenté des deux solutions de production d'ECS.

<i>La solution solaire présente plus d'</i>		Avantages	Inconvénients
Économie			
Étiquette énergétique			
CO ₂			

Thème 33 : GESTION DE LA PRODUCTION DE CHALEUR

L'objectif de cette partie est de sélectionner des émetteurs de chaleurs, leur système de pilotage et de régulation.

Pour cette partie il convient de se référer au **DT5**.

Mise en situation

Chaque logement (SHAB : 70 m² ; SHON : 80 m²) doit être chauffé.

TRAVAIL ATTENDU

On se propose d'étudier ce dispositif et de sélectionner le matériel approprié.

Sélection

Q331. La paroi extérieure est composée :

- d'une plaque de plâtre ($R = 0,052 \text{ m}^2 \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{W}^{-1}$) ;
- d'une laine minérale de 4cm d'épaisseur ($\lambda = 0,040 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$) ;

- d'un isolant à définir ;
- d'un panneau de bois ($R = 0,069 \text{ m}^2 \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{W}^{-1}$) ;
- de 6 cm de polystyrène expansé ($\lambda = 0,040 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$) ;
- d'un enduit ($R = 0,011 \text{ m}^2 \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{W}^{-1}$).

Sachant que $Rs_i + Rs_e = 0,17 \text{ m}^2 \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{W}^{-1}$, sélectionner l'isolant en panneau.

Q332. Comparer un convecteur à un panneau rayonnant. Préciser les emplacements privilégiés de ces 2 éléments.

Q333. Déterminer pour le salon, la cuisine, les 2 chambres, les émetteurs à mettre en place sachant qu'il est recommandé d'avoir un coefficient de surpuissance de 15 %. Quel est l'intérêt de ce coefficient ?

Propositions d'amélioration

Q334. Les émetteurs de chaleur sont tous équipés d'un thermostat intégré. Indiquer en justifiant votre réponse, si cette solution seule est suffisante pour assurer une bonne régulation de chauffage.

Q335. L'installation de chauffage est pilotée par un système de commande à fil pilote. Conclure en indiquant le principe de fonctionnement de cette solution et les principaux avantages du point de vue efficacité énergétique active.

Thème 34 : SYSTÈME DOMOTIQUE

Le thème 34 concerne les logements 2 à 5 et 31 à 34.

L'objectif de cette partie est d'analyser les différentes solutions d'économies d'énergie à mettre en œuvre en utilisant un système domotique de type My Home de l'entreprise Legrand.

Pour cette partie il convient de se référer au **DT5**.

Mise en situation

Les consommations d'énergie électrique des habitations THPE doivent être maîtrisées. On s'intéressera précisément aux volets roulants électriques commandés par des boutons - poussoirs installés dans le séjour, la cuisine, les chambres 1 et 2, puis au circuit d'éclairage du salon.

TRAVAIL ATTENDU

Analyses

Q341. Rappeler l'intérêt des volets roulants électriques, le principe de fonctionnement et les principaux avantages d'un système domotique mis en œuvre dans l'habitation.

Les propriétaires de l'habitation souhaitent réaliser une commande point à point pour piloter 4 volets roulants placés dans 4 pièces différentes (avec des boutons - poussoirs à manettes à commande bistable avec retenue).

Q342. Déterminer la configuration nécessaire de l'installation domotique simplifiée pour le circuit des volets roulants en complétant le document réponse n°2.

Q343. Indiquer les différents montages « lumières » classiques utilisés généralement dans une habitation domestique en précisant ceux qui permettent de réaliser des économies d'énergie.

Les occupants souhaitent moduler la puissance du circuit lumineux du salon à l'aide d'un variateur d'éclairage.

Q344. Analyser l'impact du système de variation de lumière par rapport à un système classique à fonctionnement Tout Ou Rien.

Propositions d'amélioration

Les occupants souhaitent maintenant commander tous les volets simultanément à partir d'un seul et nouveau point de commande placé dans le hall d'entrée.

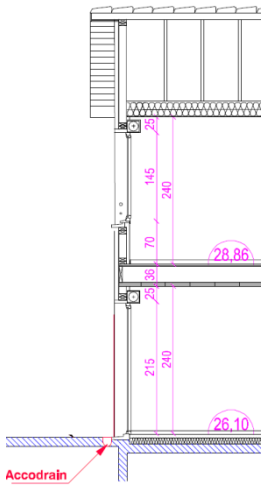
Q345. Proposer une solution domotique permettant de satisfaire cette exigence. Expliquer simplement les principaux avantages de la solution proposée.

Optimisation-Synthèse

Q346. Conclure en proposant une ou des solutions complémentaires permettant d'optimiser le fonctionnement complet de l'installation (éclairage et chauffage).

Document réponse n°1

Proposition de protection solaire



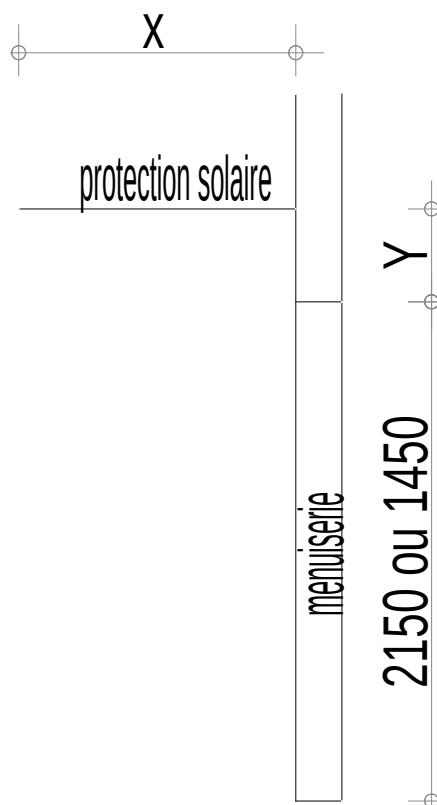
Extrait du DT3 page 5/5

COUPE SUR FACADE DONNANT SUR JARDIN

Nota cote en cm et en m sur coupe architecte

Parmi les logements étudiés (2 à 5 et 31 à 34) quels sont les logements concernés par une possible protection solaire ?

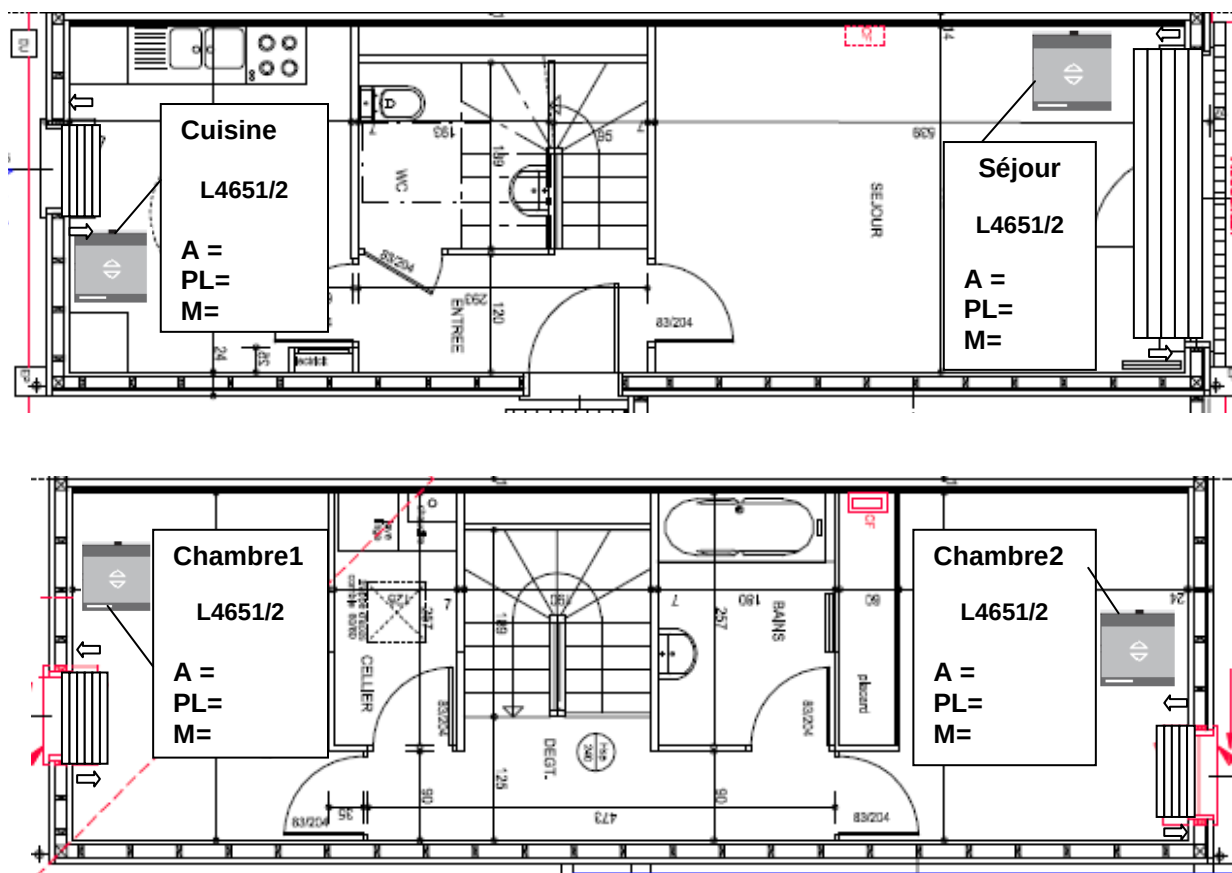
Indiquer les angles solaires caractéristiques : max d'apport solaire en hiver et mini apport solaire en été



En déduire les valeurs X (porte fenêtre et fenêtre), l'efficacité en % de hauteur de menuiserie protégée ou exposée pour quelques dates caractéristiques dans l'année et effectuer une proposition technologique de protection solaire (croquis).

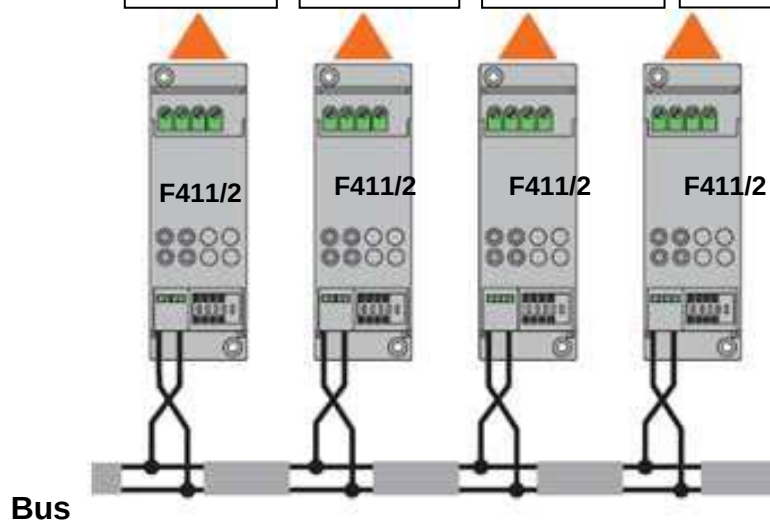
Document réponse n°2

Implantation et configuration des commandes des volets



Configuration des actionneurs

Cuisine	Séjour	Chambre1	Chambre2
A =	A =	A =	A =
PL1 =	PL1 =	PL1 =	PL1 =
PL2 =	PL2 =	PL2 =	PL2 =
G =	G =	G =	G =
M =	M =	M =	M =



Compléter la configuration des actionneurs.

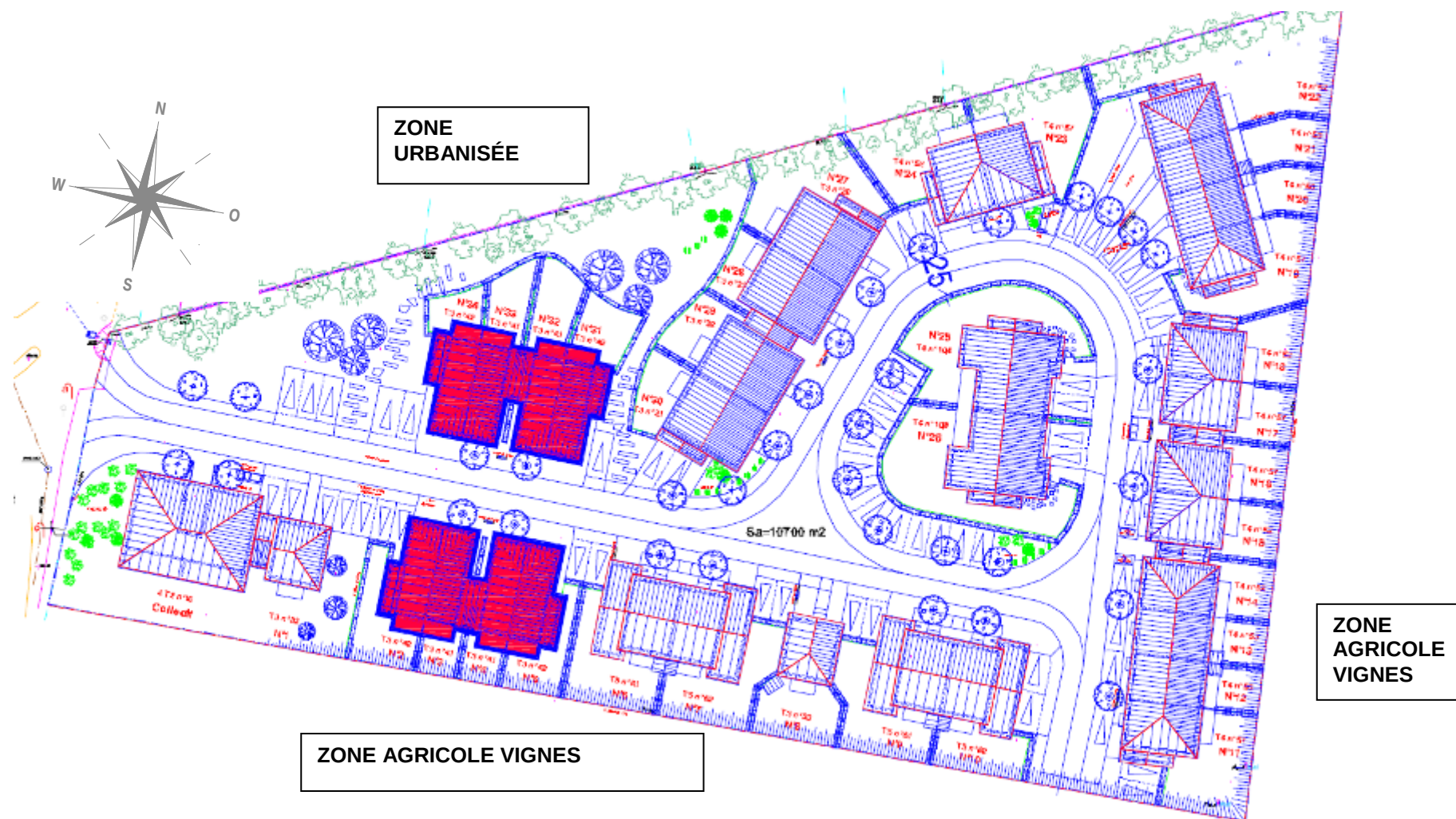
Repère des pièces

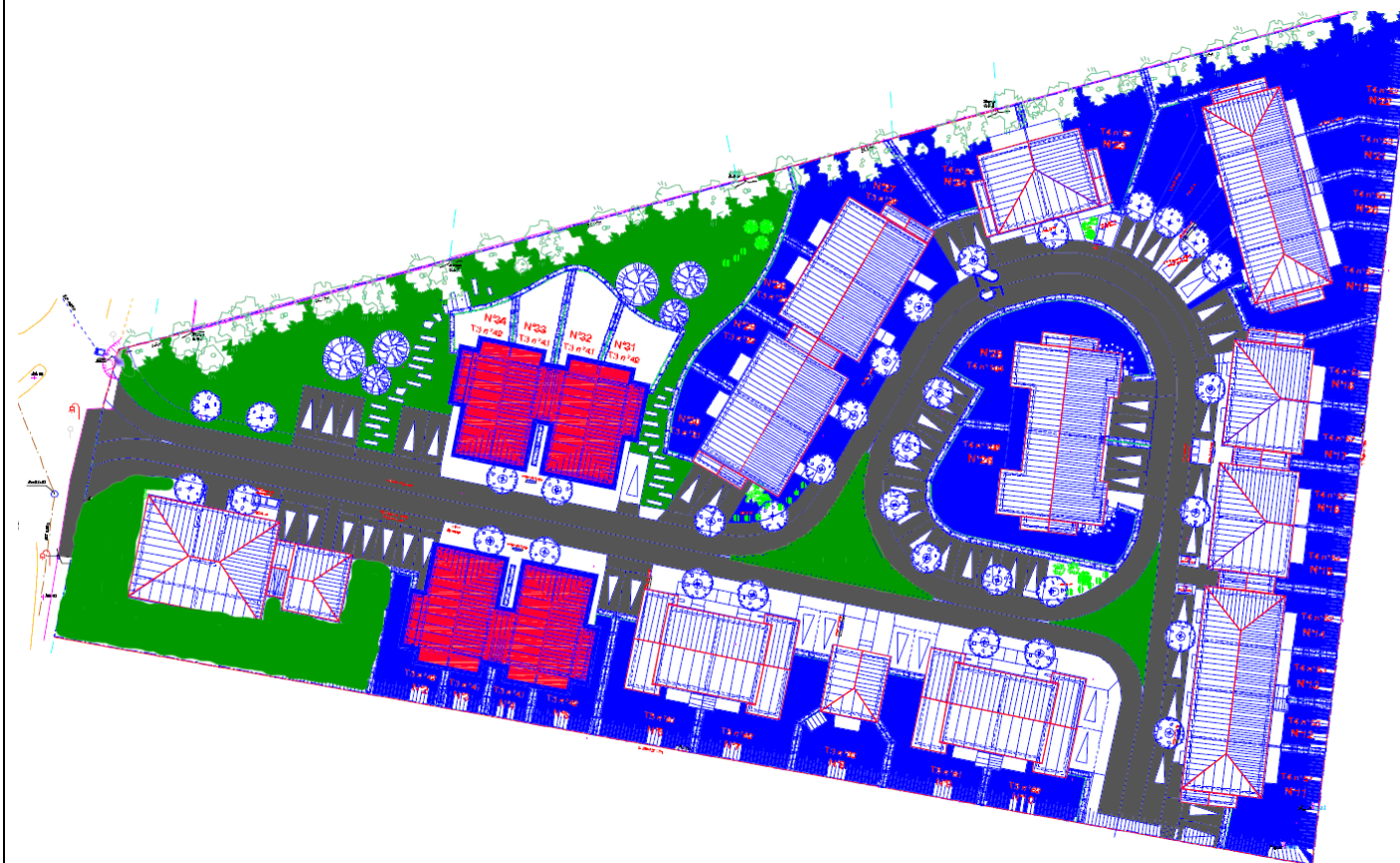
Séjour = 1
Cuisine = 2
Chambre 1 = 3
Chambre 2 = 4

DOCUMENT TECHNIQUE 1

PRÉSENTATION PROGRAMME URBANISME

Plan général de mise en situation
Plan d'aménagement
Plans de présentation de chaque bâtiment
Remarques : architecture, déplacements, bilan carbone





Les triangles non colorés représentent des places de parking.

SURFACE TOTALE AMENAGEE	10 000 m ²
SURFACE BÂTIE	2 500 m ²
SURFACE ENGAZONNÉE (Infiltration d'eau possible) En vert, partie publique En bleu, partie privée	5 000 m ² (2 000 m ² + 3 000 m ²)
SURFACE VOIRIE ET BITUMÉE, en gris (infiltration d'eau impossible)	2 500 m ²
SURFACE HABITABLE	2 670 m ²
LOGEMENTS	4 T2 16 T3 14 T4 4 T4

	Repère logements	1
	Type bâtiment	R+1 et R0
	Type logement	4 T2 (R+1) 1 T3 (R0)
	Emprise sol	175 m²
	Surface habitable	280 m²
	Repère logements	2 à 5 et 31 à 32
	Type bâtiment	R+1
	Type logement	8 T3
	Emprise sol	228 m²
	Surface habitable	280 m²
	Repère logements	6,7,9 et 10
	Type bâtiment	R+1
	Type logement	4 T5
	Emprise sol	390 m²
	Surface habitable	420 m²
	Repère logements	8
	Type bâtiment	R+1
	Type logement	1 T3
	Emprise sol	59 m²
	Surface habitable	70 m²
	Repère logements	11 à 18
	Type bâtiment	R+1
	Type logement	8 T4
	Emprise sol	510 m²
	Surface habitable	704 m²

	Repère logements	19 à 22
	Type bâtiment	R+1
	Type logement	4 T4
	Emprise sol	250 m²
	Surface habitable	350 m²
	Repère logements	23 et 24
	Type bâtiment	R+1
	Type logement	2 T4
	Emprise sol	260 m²
	Surface habitable	175 m²
	Repère logements	27 à 30
	Type bâtiment	R0
	Type logement	4 T3
	Emprise sol	356 m²
	Surface habitable	280 m²
	Repère logements	25 et 26
	Type bâtiment	R0
	Type logement	2 T3
	Emprise sol	184 m²
	Surface habitable	140 m²

Remarques

CONSTRUCTION

Le système constructif des bâtiments est de l'ossature bois.

D'une manière générale, les plus grandes ouvertures des logements donnent sur l'opposé de la voirie.

D'une manière générale, les logements possèdent des ouvertures traversantes (c'est-à-dire des ouvertures présentes au moins sur deux murs opposés du logement considéré).

L'ensemble des bâtiments possède le label THPE, c'est-à-dire des performances supérieures de 30% à celles imposées par la RT2005.

DÉPLACEMENTS

Situation de l'opération (proche banlieue d'une agglomération de 500.000 habitants).

Distance : groupe scolaire primaire ;

collège - 250 m ;

commerce - grande surface 8 km ;

centre ville – agglomération 20 km (temps moyen entre 30 à 60 minutes).

URBANISME ET DÉVELOPPEMENT DURABLE (bilan carbone)

Une des méthodes d'évaluation des solutions d'urbanisme est le bilan carbone.

Les éléments ci-dessous peuvent alimenter et orienter une réflexion :

Extraits d'un bilan carbone, pour une famille de trois personnes, avec les entrées suivantes :

BILAN CARBONE		
NB OCCUPANTS	3	▼
LOCALISATION	MAISON BANLIEUE PROCHE	▼
TYPE DE CONSTRUCTION	MAISON TRADITIONNELLE	▼
SURFACE	80 m ²	▼
LABEL ENERGIE	THPE	▼
TYPE DE CHAUFFAGE	ELECTRICITE	▼
DUREE DE VIE PREVUE DE LA CONSTRUCTION	50	▼

BILAN CARBONE LOGEMENT

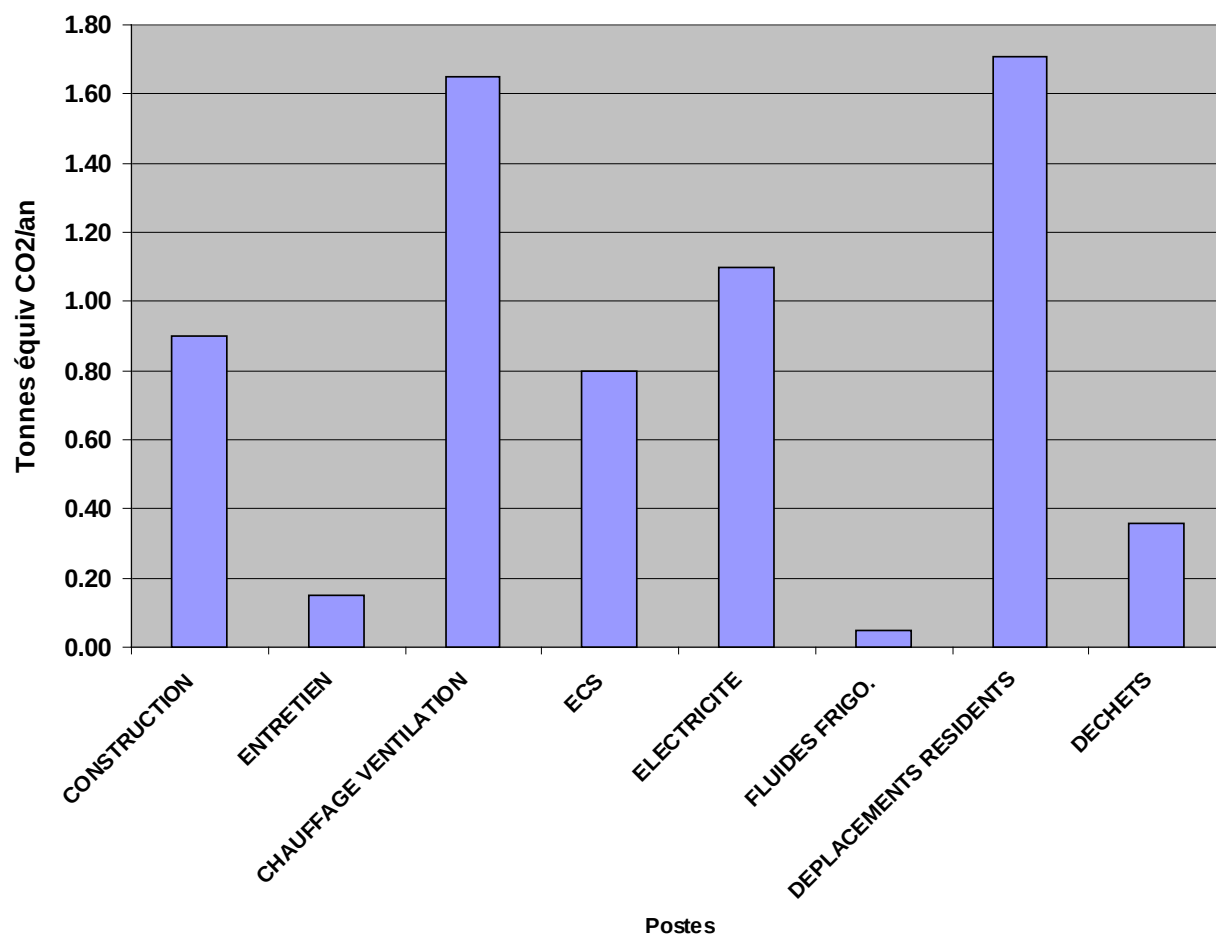
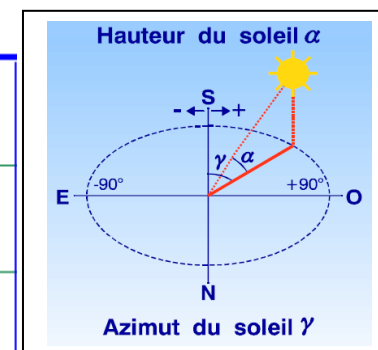
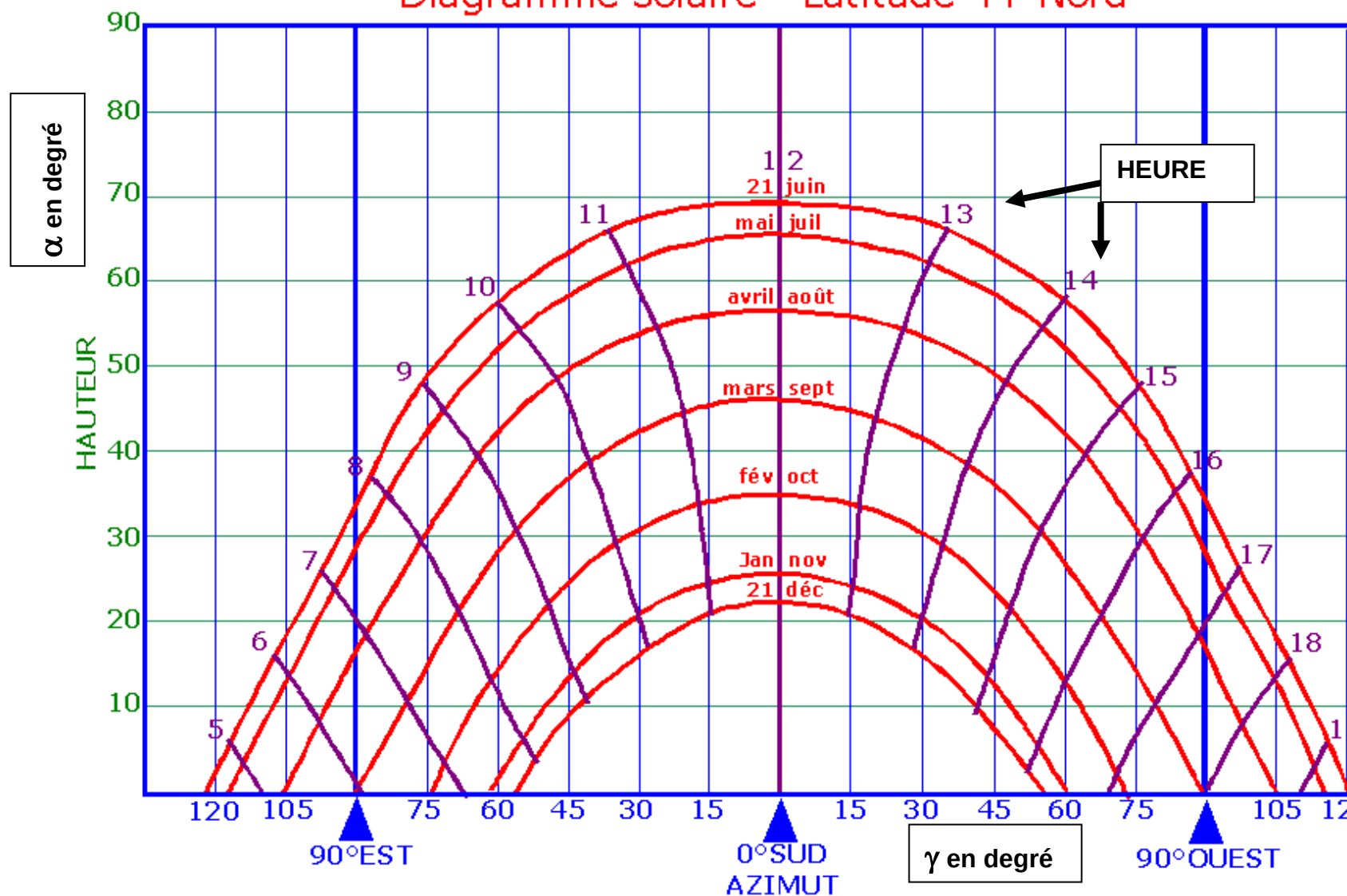


Diagramme solaire - Latitude 44°Nord



Irradiation solaire et Énergie solaire journalière transmise par un vitrage vertical dans la zone de construction considérée

	IRRADIATION SOLAIRE MOYENNE en Wh/m ² et par jour (surface vitrée verticale)											
	janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	novembre	décembre
I_s SUD	1740	2290	2720	3200	3050	3030	3180	3110	2560	3100	1960	1580
I_s OUEST	830	1290	1910	2870	2280	3740	3820	3080	2040	1740	970	720
I_s NORD	540	510	1180	1650	2100	2410	2300	1830	1310	960	610	470
I_s EST	830	1290	1910	2870	2280	3740	3820	3080	2040	1740	970	720

http://ines.solaire.free.fr/gisesol_1.php

Nota : f_s est le facteur de correction pour l'ombrage, il minimise l'apport solaire : Nord, $f_s = 0,9$, Sud, $f_s = 0,72$, Est et Ouest, $f_s = 0,67$

Relevé de température moyenne pour la zone de construction

TEMPERATURE MOYENNE EXTERIEURE (Text) en °C											
janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	novembre	décembre
3,6	7,8	8,6	10,4	13,8	17,3	20,7	19	16,8	13	6,7	5,8

Température de consigne pour les mois de chauffage **19°**.

Durée de la période de chauffage du 15 octobre au 15 avril

Caractéristiques des vitrages du projet

U_{jn}, coefficient de transmission thermique des vitrages des constructions, moyen jour nuit, **1.65 W/m²·K**

g facteur solaire, % d'énergie que laisse passer un vitrage, **65%**

f_s facteur de correction pour l'ombrage, il minimise l'apport solaire (Nord, $f_s = 0,9$) (Sud, $f_s = 0,72$), (Est et Ouest, $f_s = 0,67$)

Approche scientifique

Concept

Vis-à-vis des apports solaires une paroi vitrée présente deux fonctions, celle de perdre systématiquement de la chaleur lors de la période de chauffe et celle de capter de la chaleur si elle est ensoleillée.

Les pertes et les gains des parois opaques ne concernent pas notre thème.

$$\phi_{pm} = U_v \cdot A_v \cdot (T_{int} - T_{ext})$$

ϕ_{pm} flux thermique moyen de déperdition par les vitrages en W

U_v coefficient de transmission surfacique (conductance) des vitrages en $W/m^2 \cdot K$

A_v aire de déperdition du vitrage en m^2

T_{int} température moyenne intérieure (durant la période de chauffe)

T_{ext} température moyenne extérieure

A_v , aire de captage du vitrage ou aire de déperdition du vitrage sera considérée comme :
0,65 fois la surface hors tout pour une fenêtre battante ;
0,80 fois la surface hors tout pour une porte fenêtre.

$$\phi_{cv} = g \cdot A_v \cdot I_s \cdot f_s$$

ϕ_{cv} flux thermique moyen capté par les vitrages en W

g facteur solaire, % d'énergie que laisse passer un vitrage

A_v aire de captage du vitrage en m^2

I_s irradiation solaire ou densité de flux en W/m^2

f_s facteur de correction pour ombrage, y compris menuiserie

$$P = Q / t$$

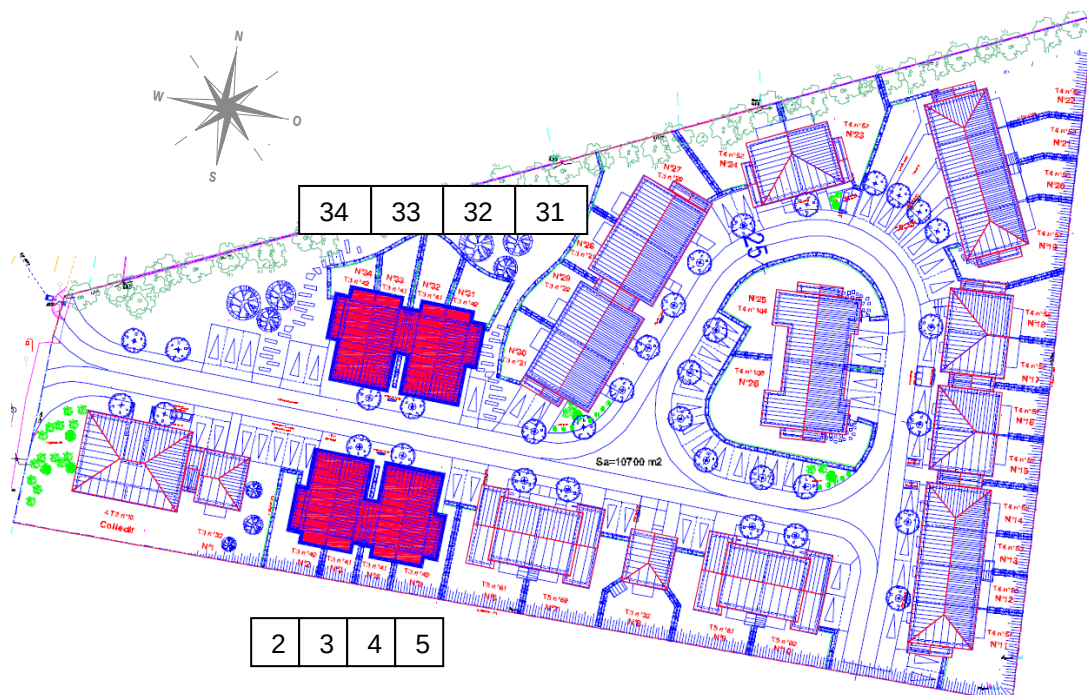
P puissance thermique en W

Q quantité de chaleur, énergie en Joule

T temps en s

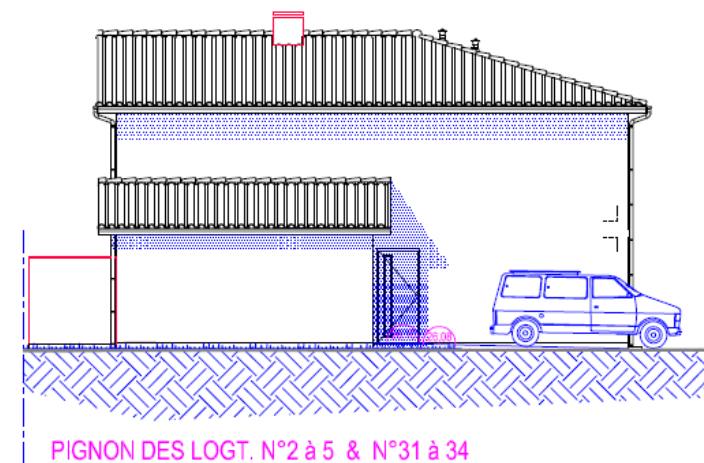
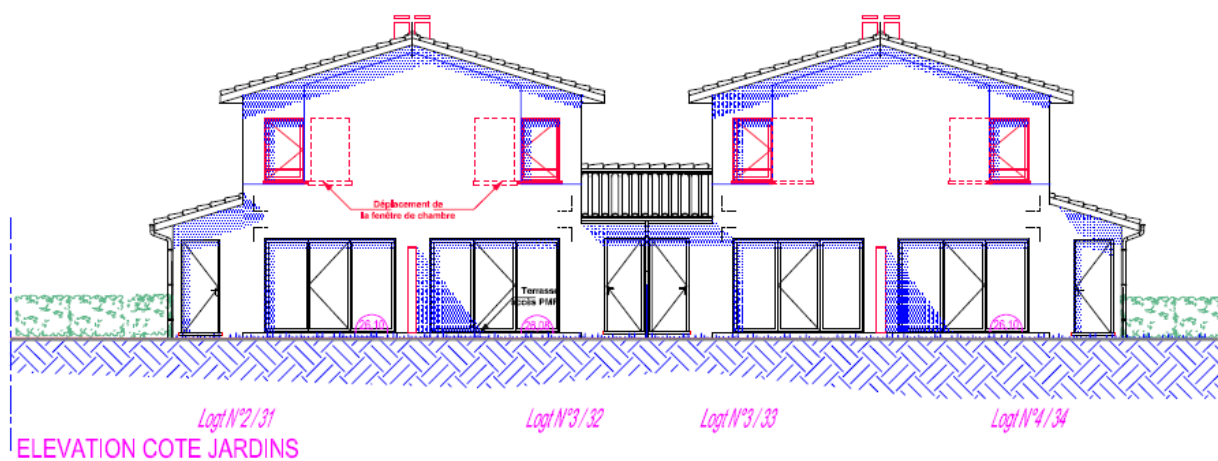
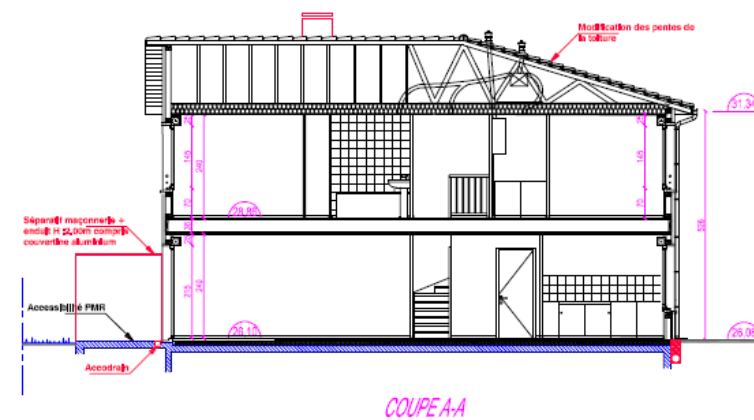
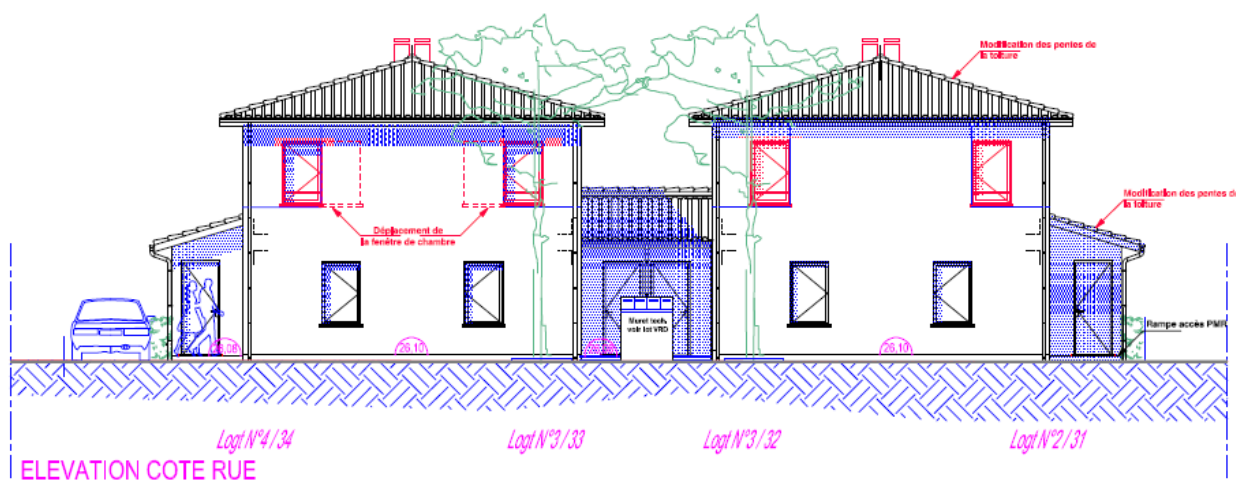
$$Q = P \cdot t$$

Q quantité de chaleur, énergie que l'on pourra aussi exprimer en Wh
avec $t = 3\,600\text{ s}$, $1\text{ Wh} = 3600\text{ J}$ $1\text{ kWh} = 3600\text{ kJ}$

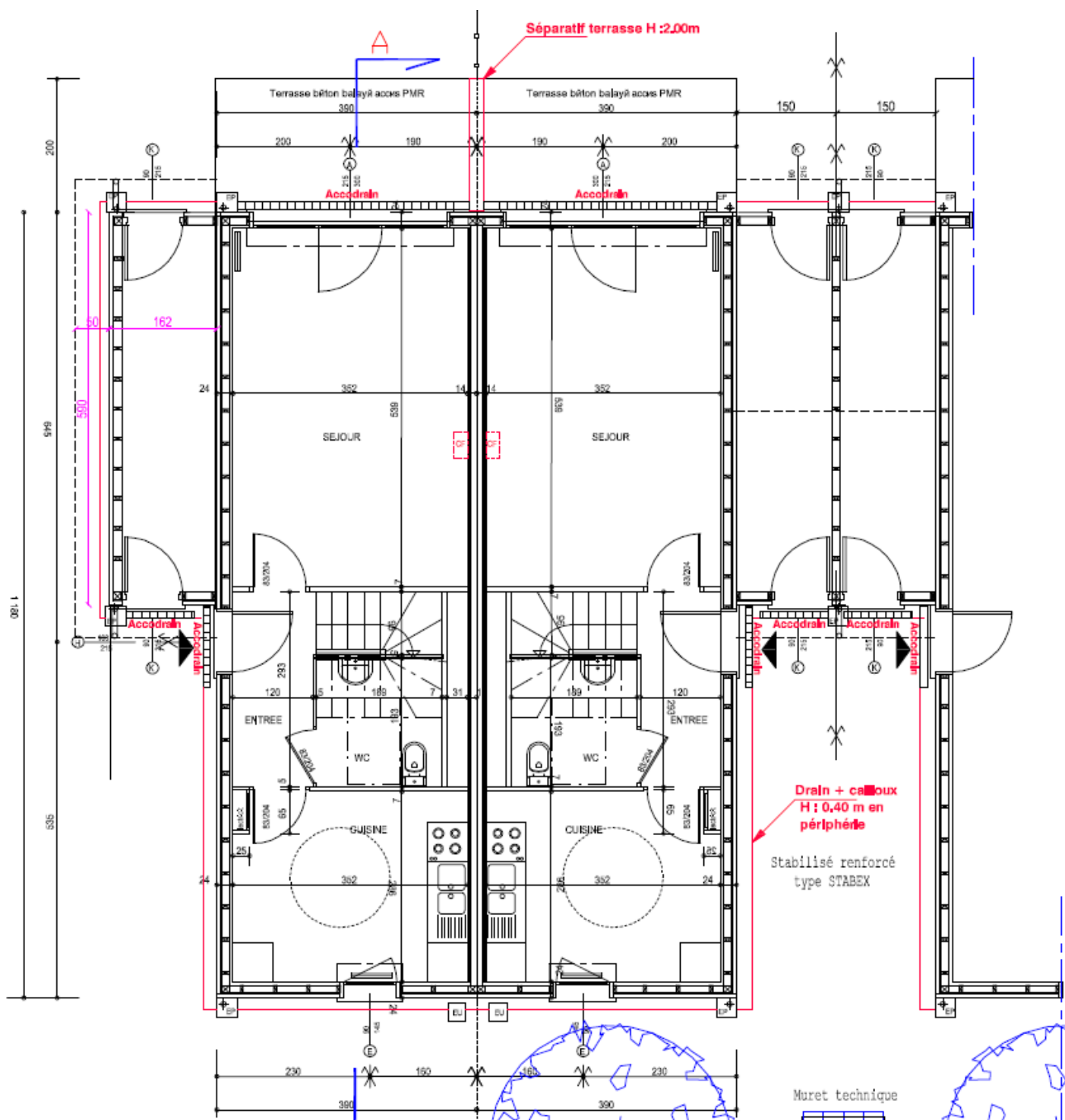


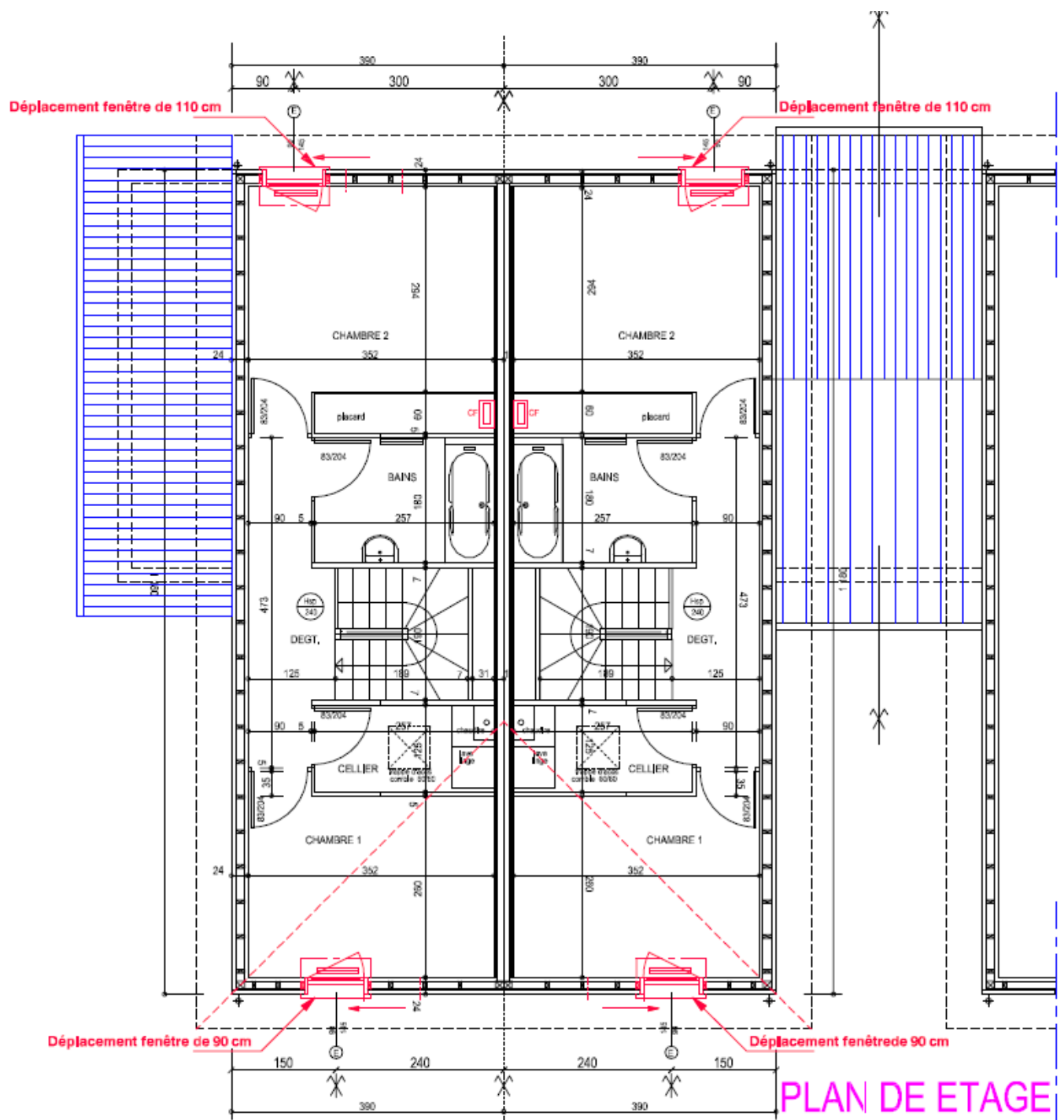
Le bâtiment étudié est grisé, les 8 logements sont numérotés

n° Logement	SURFACES MENUISERIES HORS TOUT PAR LOGEMENT EN m ²							
	2	3	4	5	31	32	33	34
NORD	2.6	2.6	2.6	2.6	7.8	7.8	7.8	7.8
SUD	7.8	7.8	7.8	7.8	2.6	2.6	2.6	2.6
EST	0	0	0	0	0	0	0	0
OUEST	0	0	0	0	0	0	0	0



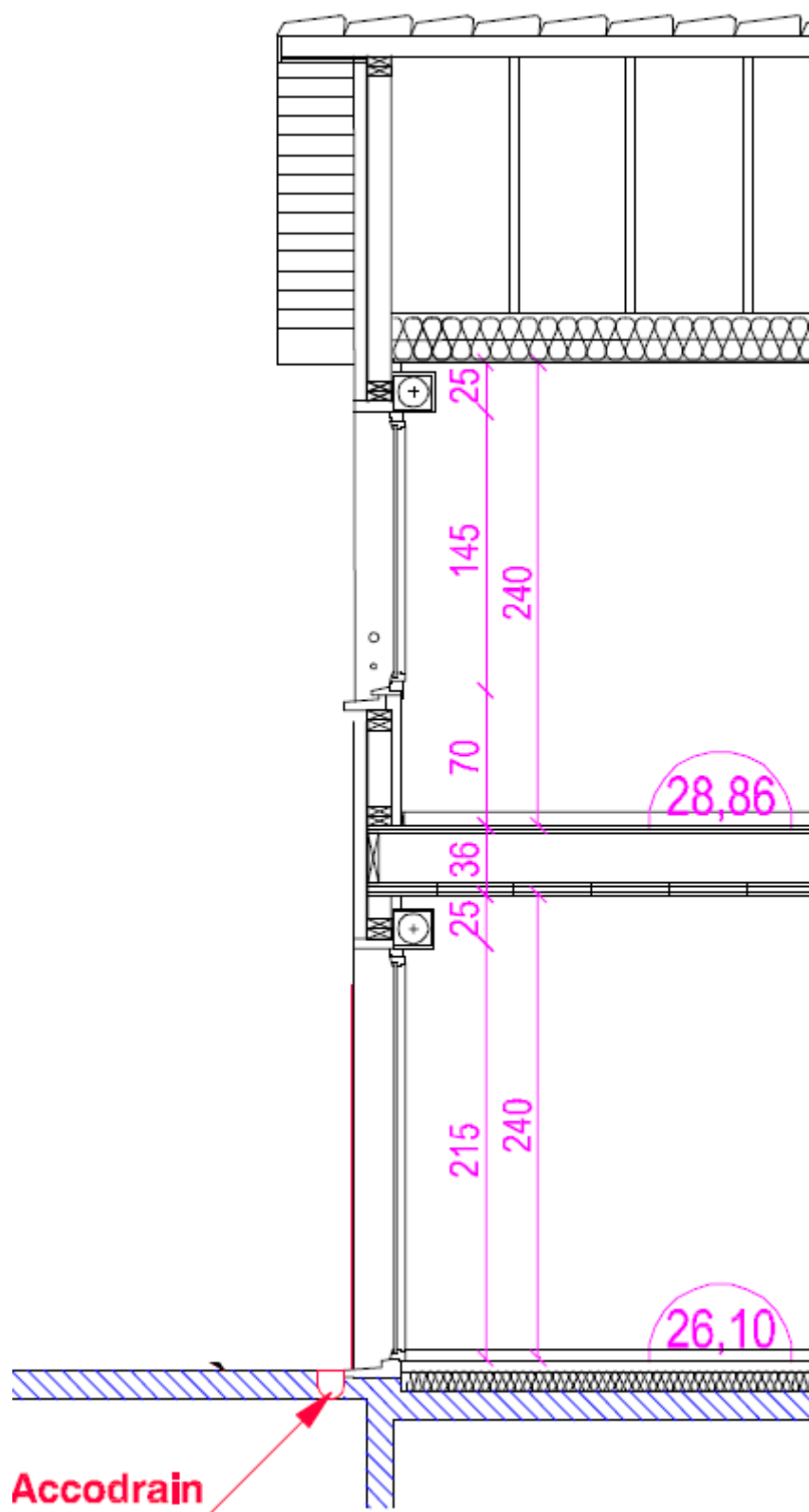
FACADES ET COUPES





PLAN DE ETAGE

PLAN ÉTAGE

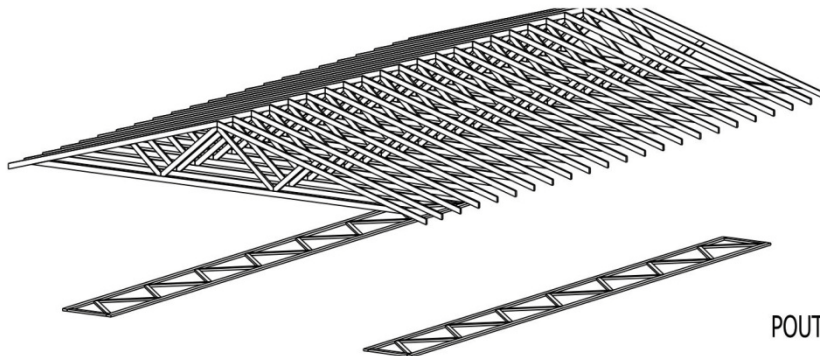


EXTRAIT COUPE SUR FACADE DONNANT SUR JARDIN

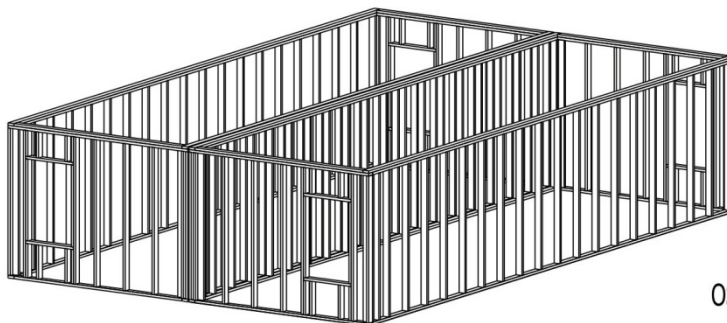
DT4 - 1/6

ECLATE SYSTEME CONSTRUCTIF LOGEMENTS

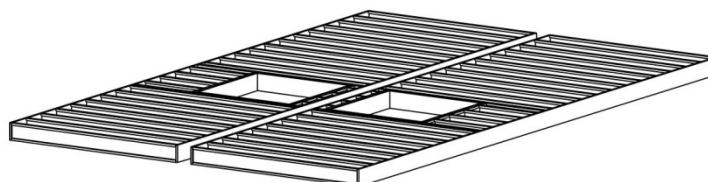
CHARPENTE INDUSTRIELLE



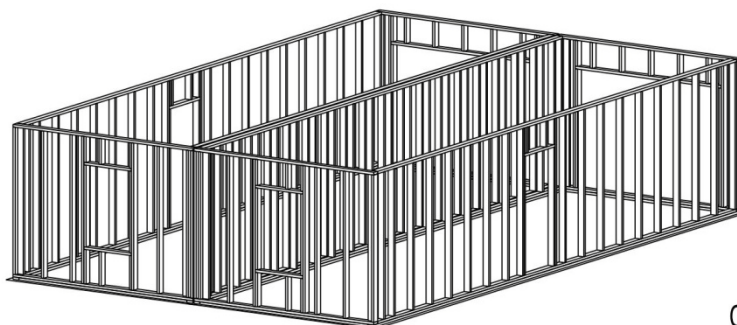
POUTRES AU VENT



OSSATURE BOIS R+1



PLANCHER BOIS

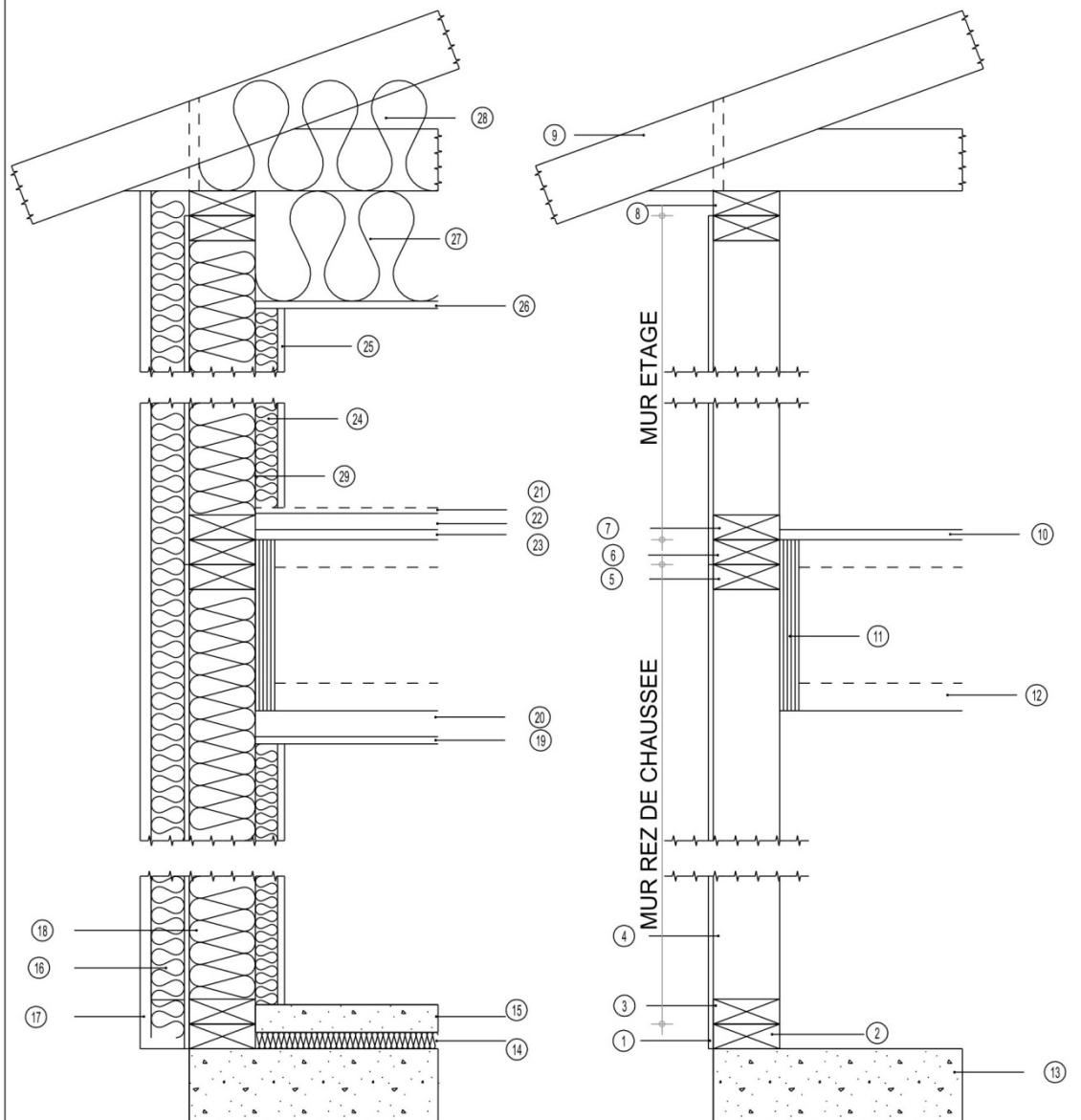


OSSATURE BOIS R0

DT4 - 2/6

COUPE DE PRINCIPE - LOGEMENTS

ECH 1:5



DT4 3/6

NOMENCLATURE COUPE DE PRINCIPE

- 1 Panneau de particules, voile travaillant OSB 9 mm
- 2 Lisse basse BM C24 120 x 45 mm
- 3 Traverse basse BM C24 120 x 45 mm
- 4 Montant BM C24 120 x 45 mm
- 5 Traverse haute BM C24 120 x 45 mm
- 6 Lisse haute BM C24 120 x 45 mm
- 7 Traverse basse BM C24 120 x 45 mm
- 8 Lisse haute BM C24 120 x 45 mm
- 9 Charpente industrielle BM C24 112 x 36 mm
- 10 Panneau de particules OSB 18 mm
- 11 Muralière contreplaqué « lamibois » ep 35 mm
- 12 Solives, poutres en I, hauteur 260 mm, entraxe 0.40 m
- 13 Dalle béton ep 200 mm
- 14 Isolant 30 mm
- 15 Chape maigre ep 50 mm
- 16 Isolant PSE ep 60 mm
- 17 Enduit ep 20 mm
- 18 Isolant laine minérale semi rigide **(épaisseur à définir)**
- 19 Plaque de plâtre BA13
- 20 Isolant laine minérale ep 100 mm
- 21 Revêtement de sol
- 22 Plaque de sol ep 30 mm
- 23 Panneau de particules, OSB 18 mm
- 24 Isolant Laine minérale ep 40 mm
- 25 Plaque de plâtre BA13
- 26 Plaque de plâtre BA13
- 27 Isolant Laine minérale 200 mm sous fermettes
- 28 Isolant laine minérale 200 mm entre fermettes
- 29 Pare vapeur

OSB, sigle Oriented Strand Board, panneaux de particules à lamelles minces orientées

BM, bois massif

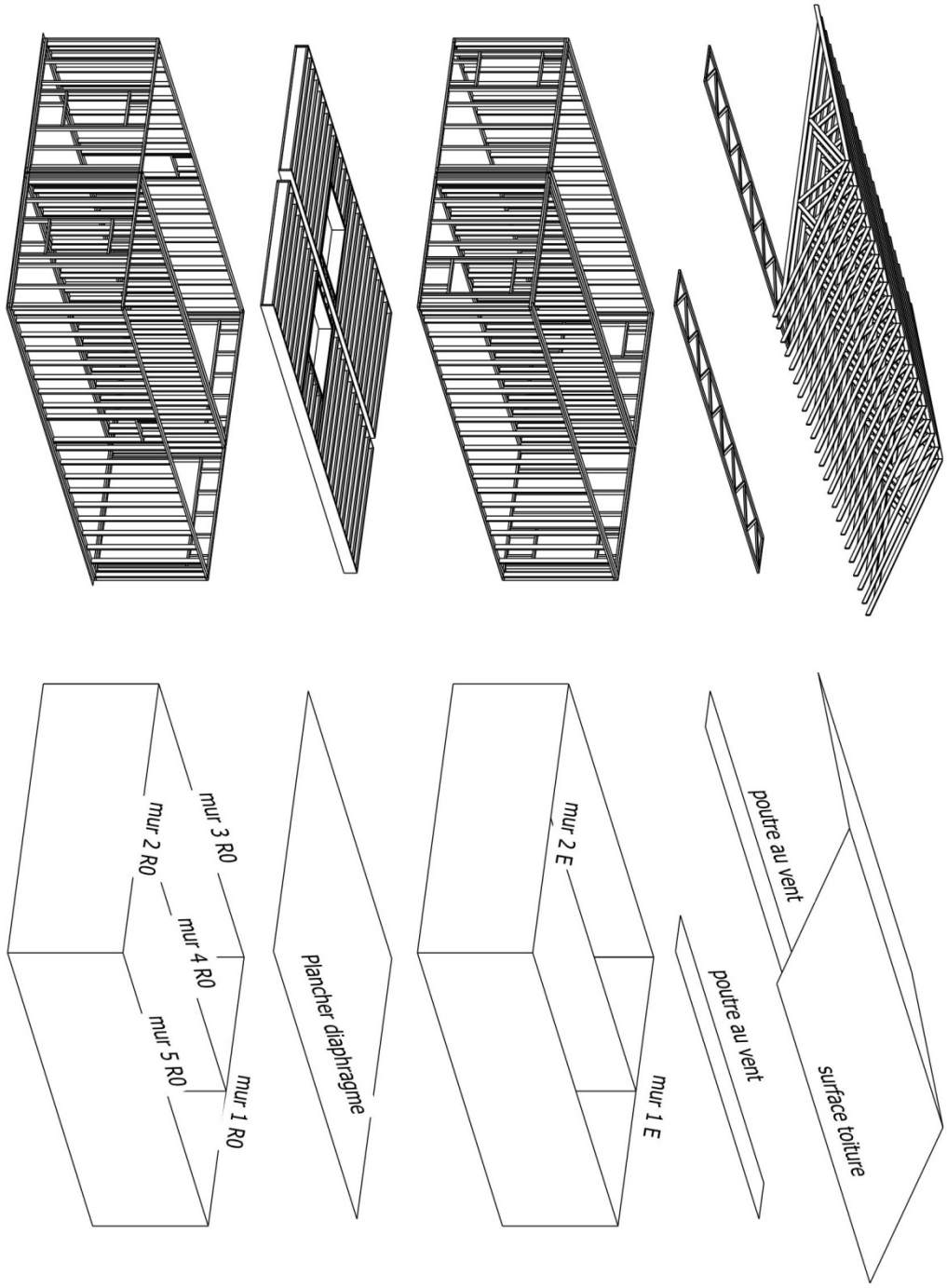
C24, catégorie de résistance du bois massif, C pour résineux et 24 pour résistance caractéristiques 24 N/mm² en flexion.

PSE isolant polystyrène

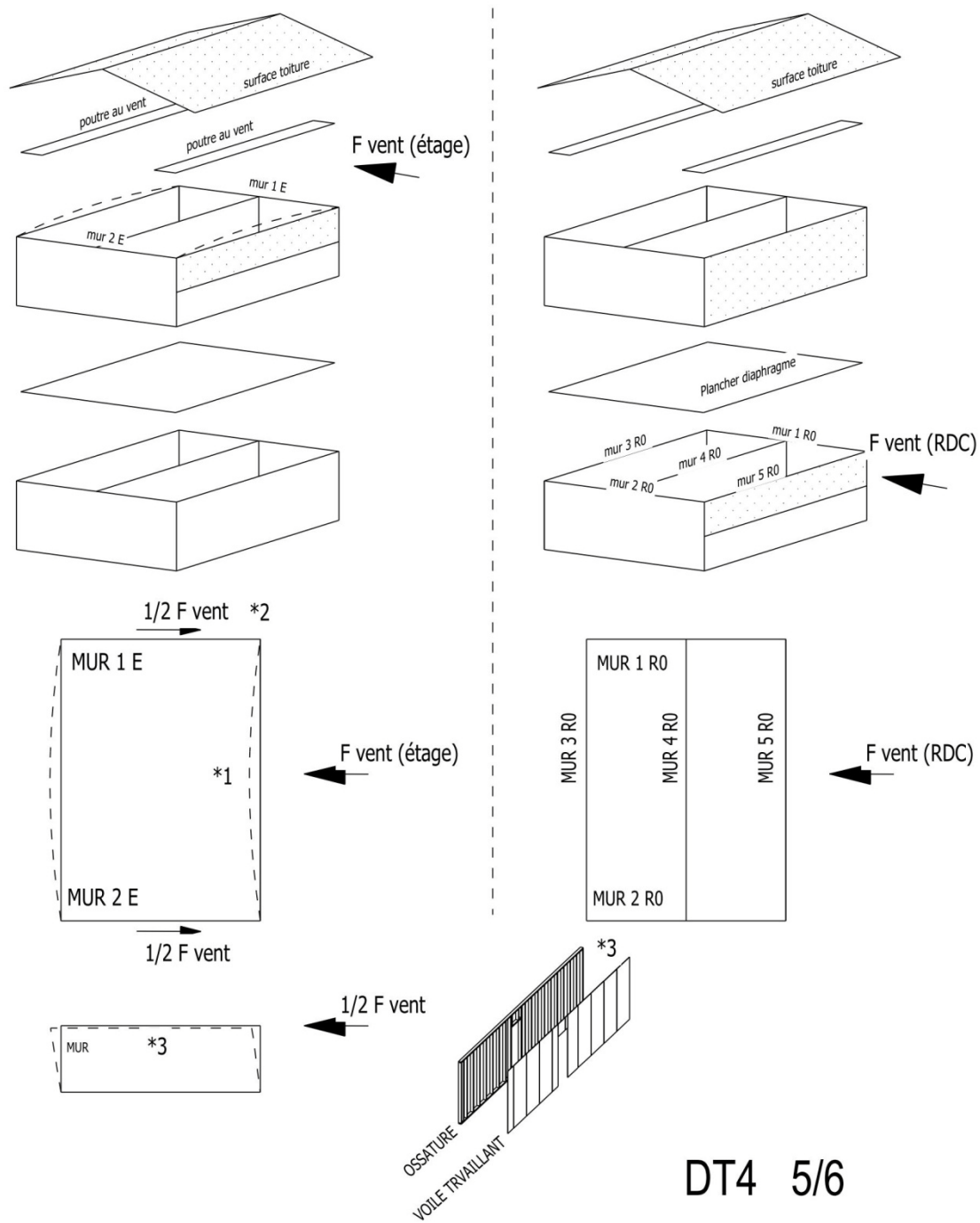
BA13, sigle pour une plaque de plâtre à Bord Aminci, ep de la plaque 13 mm

DT4 - 4/6

SCHEMATISATION SYSTEME CONSTRUCTIF LOGEMENTS



FONCTIONNEMENT MECANIQUE SELON VENT LONG PAN



DT4 6/6

Méthode de calcul pour déterminer les efforts horizontaux appliqués à des murs de contreventement

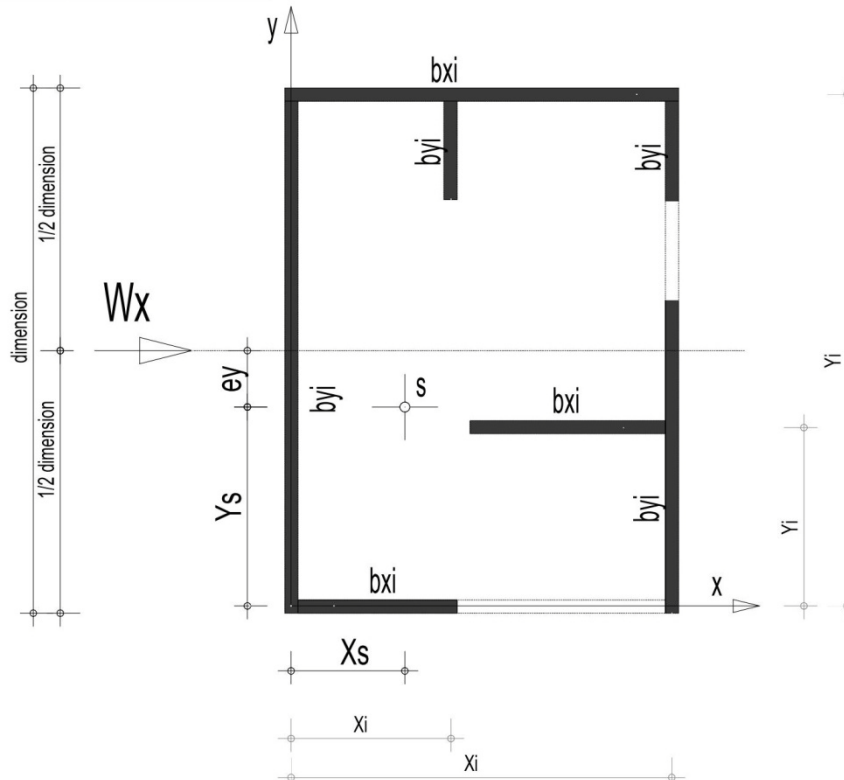
Mise en situation

La disposition des éléments de stabilisation (murs) de la construction doit permettre de créer des systèmes symétriques. *(C'est le cas des murs de l'étage).*

Dans le cas contraire, le centre de rotation du système ne coïncide pas avec le centre de poussée des actions extérieures (vent). Le calcul doit tenir compte de ces sollicitations de torsion dès lors qu'un diaphragme rigide (plancher) permet de redistribuer les efforts sur l'ensemble des murs. *(C'est le cas des murs du rez de chaussée).*

Pour que la méthode ci-dessous soit applicable, il faut que les murs présentent la même rigidité par unité de longueur (c'est notre cas, l'agrafage est le même sur les parties pleines des murs).

Schéma explicatif de la méthode



Coordonnées du barycentre, s

$$x_s = \frac{\sum b_{yi} \cdot x_i}{\sum b_{yi}} \quad y_s = \frac{\sum b_{xi} \cdot y_i}{\sum b_{xi}}$$

Distance entre le barycentre, s et la position de chaque mur selon une direction

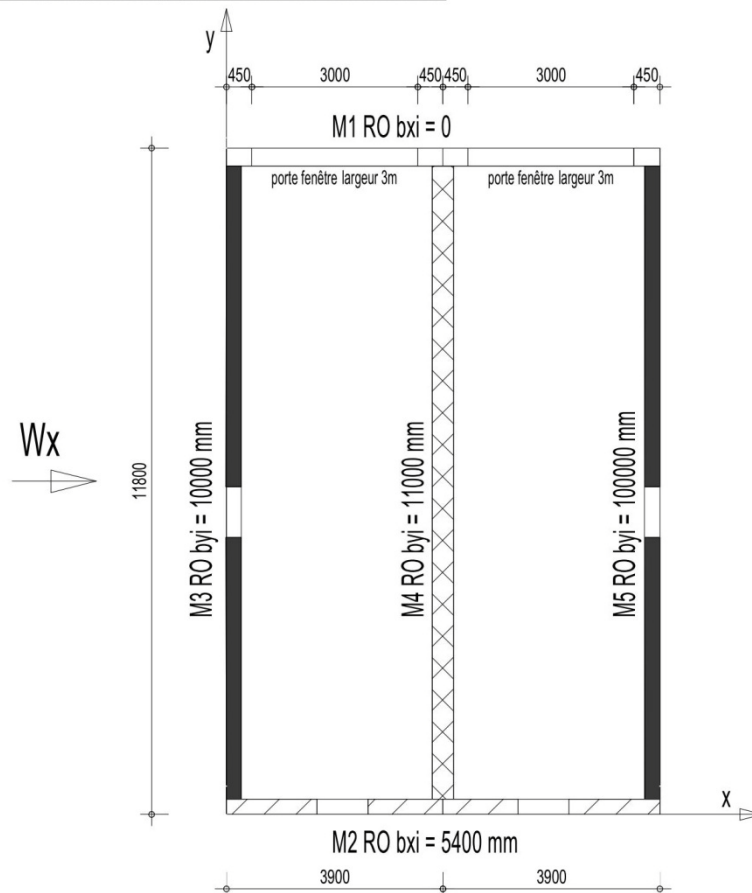
$$s_{xi} = (x_i - x_s)$$

$$s_{yi} = (y_i - y_s)$$

Effort horizontal appliqué à chaque mur Nota : W_x , vent selon la direction x

$$H_{xi} = \frac{b_{xi}}{\sum b_{xi}} \cdot W_x + \frac{W_x \cdot e_y \cdot s_{yi} \cdot b_{xi}}{\sum b_{xi} \cdot s_{yi}^2 + \sum b_{yi} \cdot s_{xi}^2} \quad \text{et} \quad H_{yi} = \frac{W_x \cdot e_y \cdot s_{xi} \cdot b_{yi}}{\sum b_{xi} \cdot s_{yi}^2 + \sum b_{yi} \cdot s_{xi}^2}$$

Schéma du bâtiment étudié, murs du rez de chaussée R0



Nota : Les largeurs rigides de chaque mur ont été calculées mur par mur (bxi et byi). Pour le calcul des largeurs rigides, on **conserve** les parties pleines, on **élimine** les parties avec les menuiseries et la parties pleines dont la largeur est < à 600 mm.

DOCUMENT TECHNIQUE 5

Extrait de l'Arrêté du 24 mars 1982 (modifié par arrêté du 28 octobre 1983)

Dispositions relatives à l'aération des logements

Art 3. Les débits extraits dans chaque pièce de service doivent pouvoir atteindre, simultanément ou non, les valeurs données dans le tableau ci-après en fonction du nombre de pièces principales du logement :

Nombre de pièces principales du logement	Débits d'air extraits en m ³ /h				
	cuisine	salle de bains ou douches, commune ou non avec un cabinet d'aisances	autres salles d'eau	cabinet d'aisance unique	cabinet d'aisance multiple
1	75	15	15	15	15
2	90	15	15	15	15
3	105	30	15	15	15
4	120	30	15	30	15
5 et plus	135	30	15	30	15

...etc

Art 4. Des dispositifs individuels de réglage peuvent permettre de réduire les débits définis à l'article 3, sous conditions suivantes :

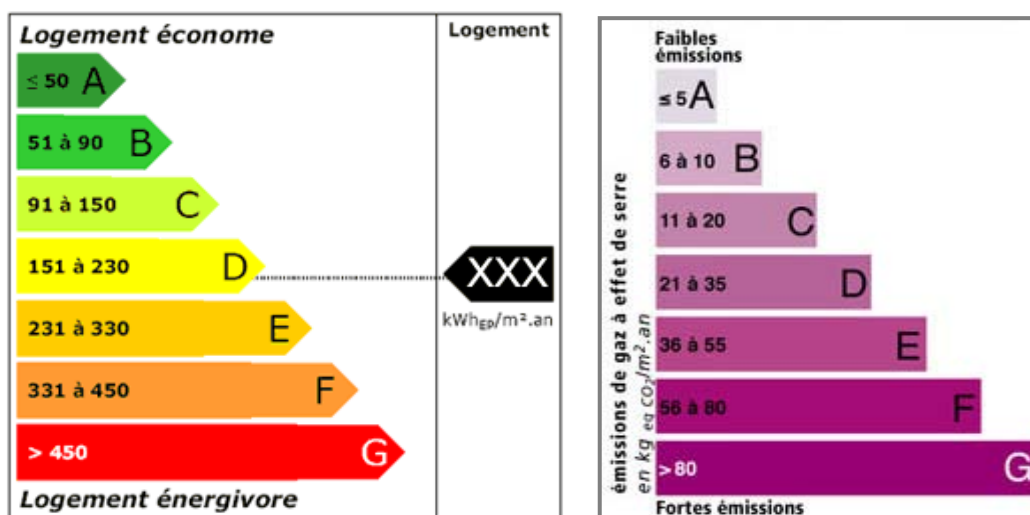
En règle générale, le débit total extrait et le débit réduit de cuisine sont au moins égaux aux valeurs données dans le tableau suivant :

	Nombre de pièces principales						
	1	2	3	4	5	6	7
Débit total minimal (m³/h)	35	60	75	90	105	120	135
Débit minimal en cuisine (m³/h)	20	30	45	45	45	45	45

Étiquette énergétique

Conversion énergie primaire – énergie finale :

- Fioul : 1-1
- Gaz : 1-1
- Bois : 1-1
- Électricité : 2,58-1



Combustible	Émissions de CO2 en g/kWh _{ep}
Fioul domestique	300
Fioul lourd	320
Gaz naturel	234
Gaz propane ou butane	274
Charbon	384
Bois	13
Électricité (chauffage)	180
Électricité (Eau Chaude Sanitaire et Climatisation)	40

Formulaire

$$\Phi_v = 0,34 q_v (\theta_{int} - \theta_{ext})$$

avec Φ_v : la déperdition par renouvellement d'air en W

q_v : le débit d'air en m³/h

θ_{int} : la température intérieure en °C

θ_{ext} : la température extérieure en °C

$$Q = mC(\theta_{fin} - \theta_{ini})$$

avec Q : la quantité de chaleur en J

m : la masse en kg

C : la chaleur massique en J/kg.°C ; $C_{air} = 1\,000$ J/(kg.°C et
 $C_{eau} = 4\,185$ J/(kg.°C))

θ_{ini} : la température initiale en °C

θ_{fin} : la température finale en °C

Isolant

Isofaçade 32 $\lambda = 0,032 \text{ W/(m.K)}$

- Certificat ACERMI  n° : 08/018/544
- Marquage  n° : 1163-CPD-0174

Référence ISOVER	R m².K/W	Epaisseur mm	Longueur m	Largeur m	Conditionnement			Classe
					m²/colis	Colis/palette	m²/palette	
Isofaçade 32 R (rouleau)								
83090	3.10	100	5.00	0.60	6.00 (2 rlx)	12	72.00	A

Isofaçade noir 32 $\lambda = 0,032 \text{ W/(m.K)}$

- Certificat ACERMI  n° : 02/018/106
- Marquage  n° : 1163-CPD-0068

Référence ISOVER	R m².K/W	Epaisseur mm	Longueur m	Largeur m	Conditionnement			Classe
					m²/colis	Colis/palette	m²/palette	
Isofaçade noir 32 P (panneau)								
83067	3,10	100	1,35	0,60	4,86 (6 pnx)	16	51,84	C
83105	1,85	60	1,35	0,60	5,67 (7 pnx)	16	90,72	C
83068	1,40	45	1,35	0,60	10,80 (1 rlx)	16	129,60	C
Isofaçade noir 32 R (rouleau)								
83069	3,10	100	7,00	1,20	8,40 (1 rlx)	12	100,80	C
83104	1,85	60	9,50	1,20	11,40 (1 rlx)	12	136,80	C
83070	1,40	45	13,00	1,20	15,60 (1 rlx)	12	187,20	C

Isofaçade 35 $\lambda = 0,035 \text{ W/(m.K)}$

- Certificat ACERMI  n° : 08/018/542
- Marquage  n° : 1163-CPD-0172

Référence ISOVER	R m².K/W	Epaisseur mm	Longueur m	Largeur m	Conditionnement			Classe
					m ²/colis	Colis/palette	m ²/palette	
Isofaçade 35 P (panneau)								
83085	3,40	120	1,35	0,60	4,05 (5 pnx)	28	113,40	C
83082	2,85	100	1,35	0,60	4,86 (6 pnx)	28	136,08	A
83084	2,10	75	1,35	0,60	6,48 (8 pnx)	28	181,44	A
Isofaçade 35 R (rouleau)								
83091	4,00	140	5,50	0,60	6,60 (2 rlx)	12	79,20	B
83081	3,40	120	6,50	0,60	7,80 (2 rlx)	12	93,60	A
83093	2,85	100	8,00	0,60	9,60 (2 rlx)	12	115,20	A
83092	2,10	75	10,50	0,60	12,60 (2 rlx)	12	151,20	A

Récapitulatif des déperditions pour le bâtiment

Bilan global

Déperditions

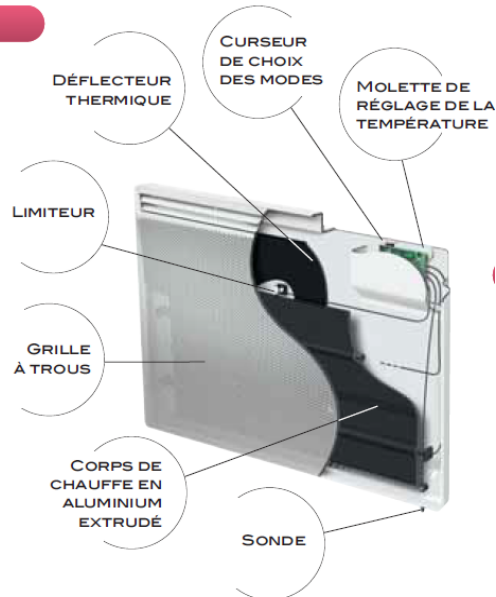
Local	Transmise	Infiltration	Ventilation	Dans local. Déperditions Totales
Logement T2 A	1494 W	71 W	330 W	1895 W
Séjour	602 W	23 W	163 W	787 W
Cuisine	241 W	11 W	2 W	253 W
W.C.	55 W	3 W	1 W	58 W
Entrée	133 W	5 W	1 W	138 W
Salle de bains	187 W	12 W	2 W	202 W
Chambre	276 W	18 W	162 W	456 W

Panneau rayonnant SOLIUS

CARACTÉRISTIQUES

- Corps de chauffe en aluminium extrudé, avec diffuseur à grande surface d'émission.
- Thermostat numérique multitarif.
- Fil Pilote 6 ordres : Confort, Confort -1 °C, Confort -2 °C, Eco, Hors-Gel, Arrêt.
- Dispositif de blocage des commandes.
- Commutateur de mode 5 fonctions : Confort, Eco, Hors-Gel, Arrêt, programme.
- Témoin lumineux de chauffe.
- Coloris : blanc (RAL 9016) ou sable (RAL 9002).
- Garantie 2 ans.

Nota : les appareils de la gamme verticale ne doivent pas être installés à des altitudes supérieures à 1 000 m, car en altitude le fonctionnement de cet appareil peut être aléatoire, nous consulter.



PROMOTECLEC - CE - NF Cat C - Classe II - 230 V - IP 24

DIMENSIONS ET COTES D'INSTALLATION

	Puissance (watts)	Largeur x Hauteur (mm)	Épaisseur (mm)	Cote A (mm)	Cote B (mm)	Poids nu (kg)	Code Blanc
VERTICAL	1000	450 x 740	98	269	532	8	510410
	1500	450 x 960		269	754	10,2	510415
	2000	450 x 1180		269	976	11,6	510420

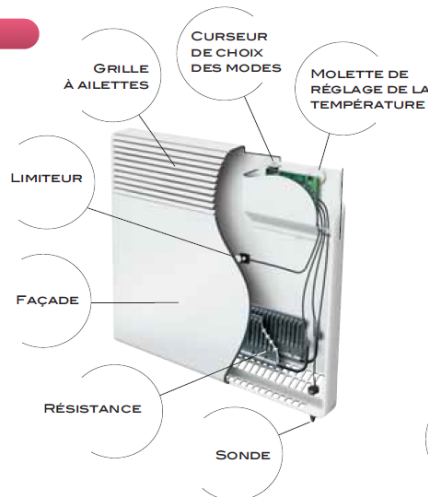
Convecteur électrique F617

CARACTÉRISTIQUES

- Résistance blindée avec diffuseur en aluminium.
- Voyant de visualisation des cycles de fonctionnement.
- Commutateur de mode 4 fonctions : Confort, Eco, Hors-Gel, Arrêt.
- Dispositif de blocage des commandes.
- Coloris : blanc (RAL 9016).
- Garantie 2 ans.
- 4 angles arrondis.

F 617

- Thermostat numérique multitarif.
- Fil Pilote en série 6 ordres : Confort, Confort -1 °C, Confort -2 °C, Eco, Hors-Gel, Arrêt.



Modèle F617 : PROMOTECLEC - CE - NF Cat C

DIMENSIONS ET COTES D'INSTALLATION

	Puissance (watts)	Largeur x Hauteur (mm)	Épaisseur (mm)	Cote A (mm)	Cote B (mm)	Poids nu (kg)	Code Blanc
F617	500	369 x 451	78	121	256	3,9	561705
	750	369 x 451		121	256	3,9	561707
	1000	443 x 451		195	256	4,4	561710
	1250	517 x 451		269	256	5,1	561712
	1500	591 x 451		343	256	5,8	561715
	1750	665 x 451		417	256	6,5	561717
	2000	739 x 451		491	256	7	561720

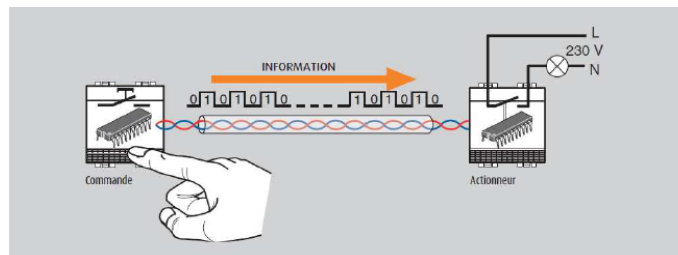
Gestion des volets roulants de l'habitation

Principe de fonctionnement

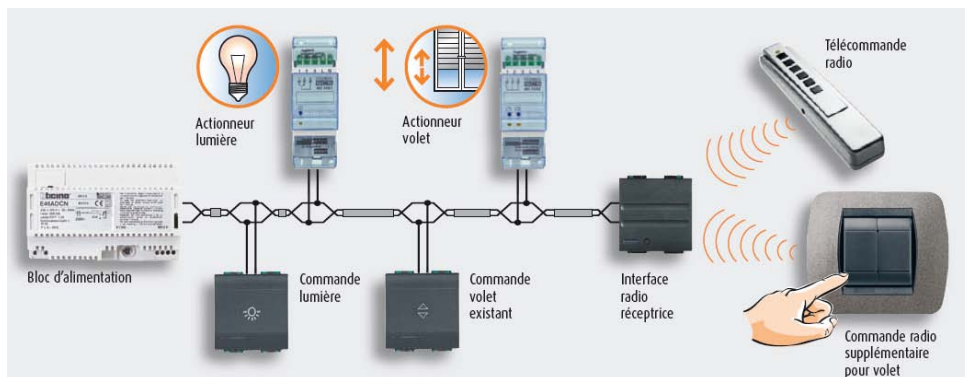
Le système de commande est réalisé par bus, cela permet de remplacer les interrupteurs traditionnels par des commandes intelligentes qui communiqueront entre elles. Il devient alors possible de créer en plus des commandes locales, des commandes de groupe, des commandes générales, voire même des scénarios, installation beaucoup plus complexe à réaliser en câblage traditionnel.

Pour réaliser une installation traditionnelle, il faut des lignes d'alimentation en énergie et des câbles distincts pour relier en fil à fil chaque commande, capteur, transmetteur, contrôleur ou régulateur...

Le principe du bus est simple : il faut séparer le circuit de puissance, distribuant l'énergie 230V, du circuit de commande véhiculant les informations, messages et ordres.



Le câble de bus est relié à une alimentation. Tous les participants ou « stations » soutirent directement du bus, l'énergie nécessaire à leur fonctionnement. Le câble 230 V ne sert qu'à alimenter les charges raccordées.



Les systèmes domotiques sont équipés d'un circuit électronique avec une logique programmable, raccordés entre eux en parallèle par un câble Bus à 2 conducteurs pour le transport des informations et l'alimentation électrique à basse tension (27 Vdc). Il existe deux types de dispositifs dans l'installation :

- **les commandes**, connectées uniquement au câble Bus,
- **les actionneurs**, connectés au câble Bus et à la ligne énergie 230 Vac pour la gestion de la charge connectée correspondante.

En configurant correctement les dispositifs de l'installation automatisme, il est possible de gérer la charge selon les modalités suivantes :

- commande d'un seul volet ;
- commande d'un ou plusieurs groupes de volets (uniquement les volets de l'étage par exemple, etc) ;
- gestion simultanée de tous les volets.

Il est possible d'avoir des fonctions particulières, difficilement réalisables avec des installations traditionnelles, appelées « **scénario** », constituées d'un ensemble de commandes simultanées pour préparer l'environnement en fonction des désirs de l'utilisateur.

Principe de configuration - Généralités

Pour comprendre la logique de l'adressage, il est utile de définir certains termes.

Ambiance (A) de 1 à 9: ensemble des dispositifs appartenant à une zone logique (le salon, la chambre, etc...d'une habitation par exemple).

Point Lumière (PL) de 1 à 9 : numéro d'identification de chaque actionneur à l'intérieur de l'Ambiance. A et PL déterminent l'adresse du dispositif.

Groupe (G) de 1 à 9 : ensemble des dispositifs appartenant à des environnements différents et qui doivent être commandés simultanément (par exemple les volets de la zone nord de l'habitation, l'éclairage de la zone jour, etc.)

Dans un système il sera donc possible de gérer 81 adresses de modules ayant une appartenance éventuelle à un ou plusieurs groupes. Un dispositif de commande peut communiquer avec un actionneur ayant la même adresse.

Configuration des commandes

Chaque organe de commande dispose de plusieurs emplacements pour recevoir les cavaliers de configuration.

En **A** et **PL**, on place les cavaliers de 1 à 9 correspondants à l'adresse.

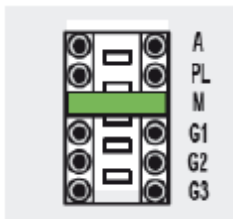
M détermine le mode de fonctionnement de la commande (monostable, bistable etc...).

G pour la commande de groupe.

SPE et **AUX** sont utilisés pour des fonctions spécifiques (temporisation, clignoteur, scénario etc ...).



Configuration des actionneurs



En **A** et **PL**, on place les cavaliers de 1 à 9 correspondants à l'adresse.

Un cavalier en **M** permet de temporiser l'action.

L'actionneur présente les positions **G1**, **G2** et **G3** qui permettent d'associer le dispositif à deux ou trois groupes d'appartenance distincts

Modalité d'adresse des dispositifs

Type de commande	Dispositif de commande		Dispositif actionneur	
	logement pour configurateurs	valeur du configurateur	logement pour configurateurs	valeur du configurateur
Point-point	A	1 9	A	1 9
	PL	1 9	PL	1 9
Ambiance	A	AMB	A	1 9
	PL	1 9	PL	1 9
Groupe	A	GR	G1	1 9
	PL	1 9	G2	1 9
			G3	1 9
Générale	A	GEN		
	PL	—		

EXEMPLES DE CONFIGURATION

Commande point-point

Si la commande est configurée avec A = 2 et PL = 3, ce dispositif envoie sa commande à l'actionneur identifié avec A = 2 et PL = 3.

Commande de groupe

Si une commande est configurée avec A = GR et PL = 1, ce dispositif envoie sa commande à tous les actionneurs avec G = 1 (appartenant au groupe 1).

Exemples de schémas de raccordement

EXEMPLE DE CONFIGURATION DES ADRESSES

L'illustration montre deux pièces d'un bâtiment avec 6 lampes (3 dans chaque pièce). Chaque actionneur est identifié par trois numéros : numéro d'Ambiance (A), numéro du dispositif (PL) et du Groupe (G) d'appartenance. Les dispositifs de commande disposent de deux configurateurs dans les positions A et PL qui spécifient les actionneurs destinataires de la commande (un seul, un groupe ou bien plusieurs actionneurs d'une ambiance).

Commande point-point

La commande N° 1 (A=1, PL=1) contrôle l'actionneur N° 1 (A=1, PL=1 et G=1) de même que la commande N°2 (A=1, PL=2) contrôle l'actionneur N°2 (A=1, PL=2 et G=1), etc.

Commande d'Ambiance

La commande d'Ambiance N°1 (A=AMB, PL=1) contrôle les actionneurs N°1, 2 et 3 marqués avec A=1 de même que la commande d'Ambiance N°2 (A=AMB, PL=2) contrôle les actionneurs N° 4, 5 et 6 marqués avec A=2.

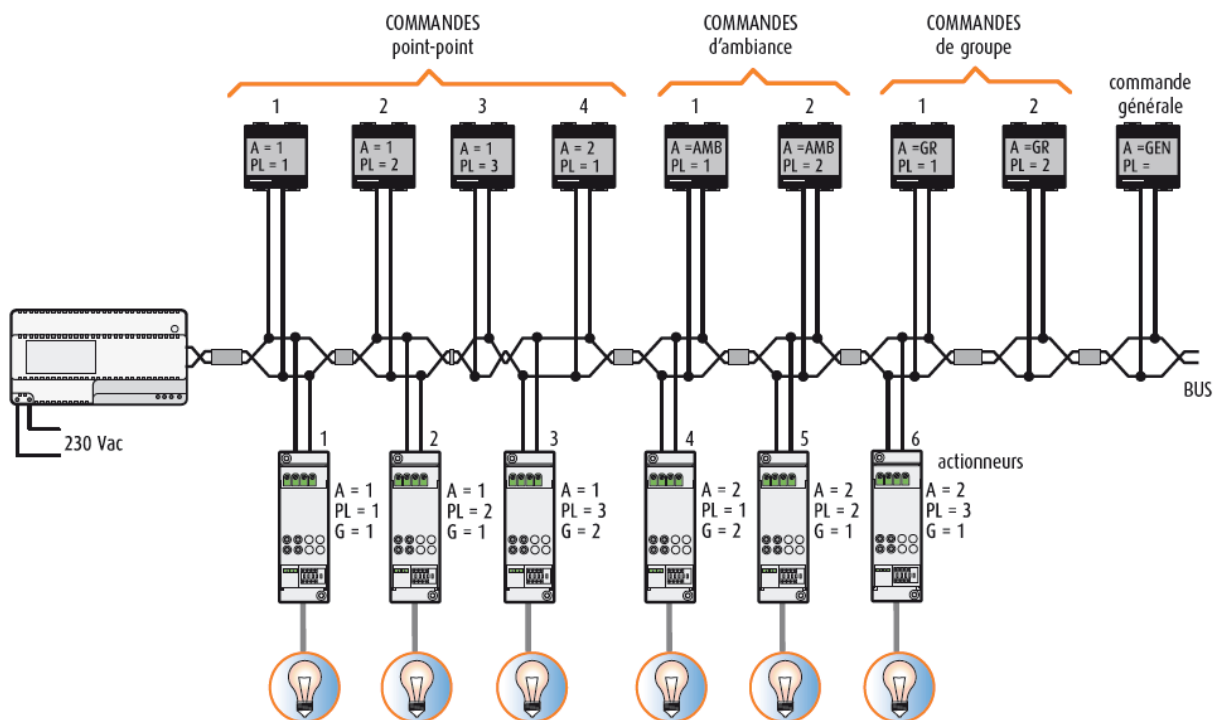
Commande de groupe

Les deux commandes de Groupe permettent de gérer certaines lampes de l'Ambiance 1 et d'autres de l'ambiance 2. La commande de groupe N° 1 marquée avec A=GR et PL=1, contrôle les actionneurs N°1, 2, 5 et 6 marqués avec G=1 de même que la commande de groupe N°2 contrôle les actionneurs N° 3 et 4.

Commande générale

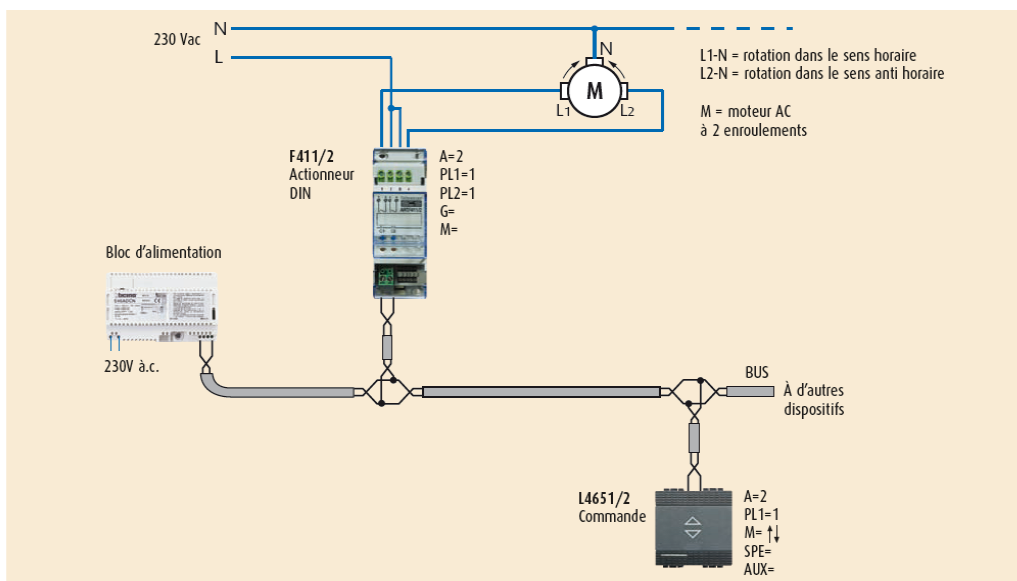
Le dispositif identifié A=GEN et PL= - (aucun configurateur) envoie une commande générale à tous les actionneurs présents dans le système.

COMMANDES



Exemples de schémas de raccordement

SCHÉMA 3 COMMANDE MOTEUR EN COURANT ALTERNATIF POUR VOIETS, RIDEAUX OU RIDEAUX MÉTALLIQUES MOTORISÉS



Câblage des moteurs : Les moteurs équipant les volets roulants sont des moteurs monophasés équipés de fin de course.

Configuration Actionneur DIN à 2 relais art. F411/2

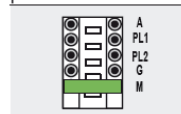
Ce dispositif dispose de 2 relais indépendants pour l'actionnement de deux charges.
Si les positions PL1 et PL2 ont la même adresse (même configurateur), le dispositif active l'inter-verrouillage des 2 relais auxquels peuvent être raccordés des moteurs de volets, de rideaux, etc.

Modes de fonctionnement

L'actionneur exécute toutes les fonctions de base directement sur le dispositif de commande. Le tableau ci-dessous présente les modes de fonctionnement prévus avec le configurateur inséré dans la position M du même actionneur.

Fonctions réalisables

Configuration position M



Stop temporisé pour motorisations.
L'actionneur se désactive après que le temps configuré s'est écoulé. ¹⁾

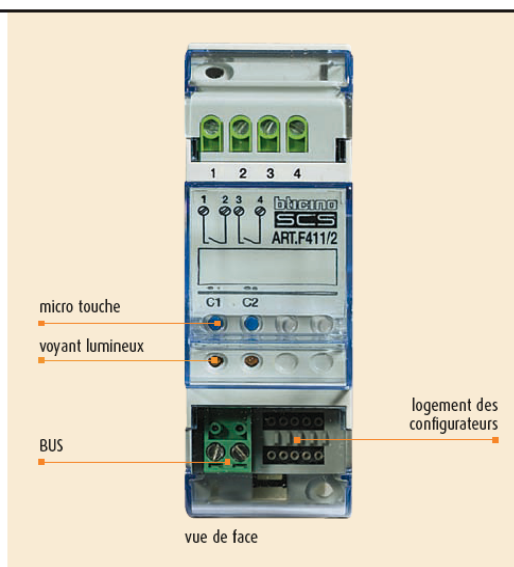
Ce mode est opérationnel uniquement si PL1= PL2 (mêmes configurateurs), donc avec les deux relais inter-verrouillés.

Actionneur comme Esclave.

Reçoit une commande envoyée par un actionneur Maître qui a la même adresse.

¹⁾ La valeur du configurateur indiquée dans le tableau définit la durée finale pour la désactivation de l'actionneur

Configurateur	Durée (minutes)
(aucun configurateur)	1
1	2
2	5
3	10
4	infini ou jusqu'à la commande suivante

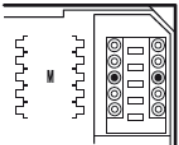
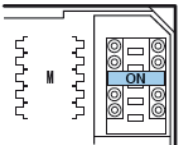
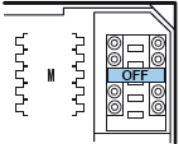
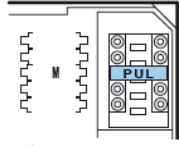
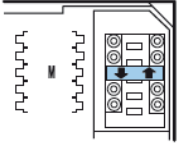
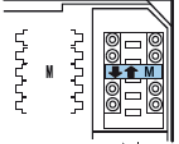
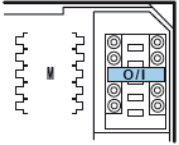


Configuration - Principaux modes de fonctionnement des commandes

Les dispositifs présents dans le système d'automatisme peuvent exercer des fonctions différentes, telles que le réglage de l'intensité lumineuse, l'allumage et l'extinction de lampes ou bien l'ouverture et la fermeture de volets. La définition de la fonction exercée, c'est-à-dire **ce que doit faire** le dispositif, est effectuée en insérant des configurateurs dans les logements des

dispositifs de commande marqués d'un **M** complétés de touches et d'manettes correspondants, si les dispositifs sont encastrables. Le tableau ci-dessous présente les différents modes de fonctionnement selon le configurateur et le type d'enjoliveur utilisé dans le dispositif.

Tableau

Manettes	Valeur configurateur (M)	Fonction exercée
 1 fonction	 aucun configurateur	Commande ON-OFF cyclique En appuyant de façon répétée sur l'enjoliveur, le dispositif utilisé avec les actionneurs à relais envoie alternativement la commande ON et OFF. Avec les actionneurs variateur d'éclairage, en maintenant la pression sur le bouton, la puissance sur la charge se règle.
	 configurateur ON	Commande ON Le dispositif envoie la commande ON par une pression sur l'enjoliveur correspondant.
	 configurateur OFF	Commande OFF Le dispositif envoie la commande OFF par une pression sur l'enjoliveur correspondant.
	 configurateur PUL	Commande ON-OFF monostable (bouton) Ce mode permet d'effectuer une commande ON/OFF similaire à la commande d'un bouton traditionnel de type point-point destiné à une seule adresse.
 2 fonctions	 configurateur ↑↓	Commande bistable avec retenue (EN HAUT-EN BAS pour les volets) Une pression brève sur l'enjoliveur (supérieur ou inférieur) permet d'envoyer une commande EN HAUT-EN BAS pour un moteur de volets. Après l'activation de la commande, la pression successive sur l'enjoliveur supérieur ou inférieur permet d'arrêter le volet dans la position désirée.
	 configurateur ↑↓ M	Commande monostable (EN HAUT-EN BAS pour les volets) Le dispositif envoie une commande EN HAUT-EN BAS pour un moteur de volets pendant le temps de pression sur l'enjoliveur supérieur ou inférieur. L'enjoliveur relâché, le moteur STOP.
	 configurateur O/I	Commande ON/OFF Utilisé avec des actionneurs à relais une pression sur l'enjoliveur supérieur, le dispositif envoie une commande ON et pour la commande OFF sur l'enjoliveur inférieur. Avec des actionneurs variateurs d'éclairage une pression sur l'enjoliveur supérieur et inférieur permet de régler la puissance sur la charge.