

« Un balcon en Forêt » 63 logements tout bois en RE2020 à Ozoir la Ferrière (77)

Jean Charles RIBER
AJEANCE
Sélestat / Paris, France



1. Présentation de l'opération

Construction de 3 bâtiments à R+3 et R+4 accueillant un programme de 63 logements « intergénérationnels » et 3 locaux d'activité à RdC, avec une majorité de T2(39) et de T1(15). SHAB totale de 2.924m² et 295m² SU, pour 3.610m² SdP

CdC Habitat Social, maître d'ouvrage. **Ajeance + A003architectes**, maîtres d'oeuvre du projet – **Maya Concept**, bureau d'étude Fluides, Thermique, Environnement.



Image 1 : perspective concours sur l'entrée du quartier Anne Frank

Cette opération s'intègre à un ensemble immobilier de 640 logements – résidence Anne Frank – construit dans les années 60/70, qui vient de faire l'objet de travaux de réhabilitation et de résidentialisation. L'opération de construction neuve vise à permettre aux personnes vieillissantes de la résidence, d'accéder à des logements plus adaptés intégrant les normes PMR et accessibles par ascenseur.

L'opération construite en entrée de résidence prévoit également d'accueillir une surface de commerce, une loge gardien et un local résidentiel. Elle est située dans un site exceptionnel, en lisière de la Forêt de Ferrières.



Image 2 : plan masse de l'opération – 3 bâtiments A, B et C à R+3 et R+4

La résidence est alimentée par un réseau de chaleur local dont la chaufferie a été récemment modernisée avec un mixte Gaz (78%) / Biomasse (22%) pour la production d'eau chaude avec un contenu CO₂ résultant de 172gCO₂ / kWh pour 18% ENR.

Le projet, dont le Permis de construire est soumis à la RE2020, s'inscrit également dans les labellisations BBCA, BBC Effinergie et bâtiment biosourcé niveau 3, la certification NF Habitat HQE niveau Entrée et le niveau A2 Neuf du Pacte Bois-Biosourcé de Fibois IdF (40kg matériaux biosourcés / m² sdp).

Le projet est développé en marché de maîtrise d'œuvre avec une mission de base loi MOP. Le marché d'appel d'offre est conçu en macro-lots avec un lot structure bois intégrant le clos-couvert.

2. Conception architecturale et constructive : économiser la matière

2.1. Stationnements aériens et fondations superficielles

Le cahier des charges initial du concours demandait un parking enterré. Compte tenu des contraintes de sol, des niveaux affleurants de nappe, il a été proposé, conformément au PLU, de positionner les parkings en aérien afin de rester sur des fondations superficielles. Seules les dalles de sol sont conçues en béton.

Les DDC ainsi obtenues en superstructure bois (4 à 5x moins impactantes qu'en solution béton) et l'absence de sous-sol, permettent de rester en fondations superficielles et d'éviter les surcoûts et impacts carbone générés par des travaux d'infrastructure relativement lourds (terrassements, fondations profondes, cuvelage).

2.2. Une superstructure 100% ossature bois favorisant l'usage du bois massif (BMA)

Afin de rester dans des techniques constructives largement maîtrisées par la filière bois française et de pousser au maximum les capacités de préfabrication en atelier, les 3 bâtiments à R+3 (2^e famille coll.) et à R+4 (3^e famille) sont conçus en technique ossature bois pour les façades, murs de refends, planchers à solivage. Afin d'optimiser les sections de plancher et pour rester sur des profils en BMA (Bois Massif Abouté), la structure est conçue en solivages de 280x100 repris par des sommiers et poteaux intermédiaires en BLC (Bois Lamellé Collé) qui permettent de réduire les portées.

Seules les circulations communes horizontales et les cages d'ascenseur sont traitées en CLT (Bois Lamellé Croisé).

- Façades et refends en ossature bois,
- Planchers en solivage repris par sommiers et poteaux,
- Circulations communes horizontales et cage d'ascenseur en CLT,
- Volées d'escalier en béton préfabriqué.

2.3. Des façades bois, métal et brique

- Soubassement des bâtiments traités en double mur maçonné en brique ciment de 70 sur support COB (Construction Ossature Bois),
- Revêtement de façade en bardage bois prégrisailés pour les bâtiments à R+3 en 2^e famille,
- Revêtement de façade en bardage bac acier à joint debout pour le bâtiment à R+4 en 3^e famille.
- Balcons rapportés sur tirants métalliques.
- Menuiseries bois en LC 3 plis, triple vitrage, BSO intégrés.

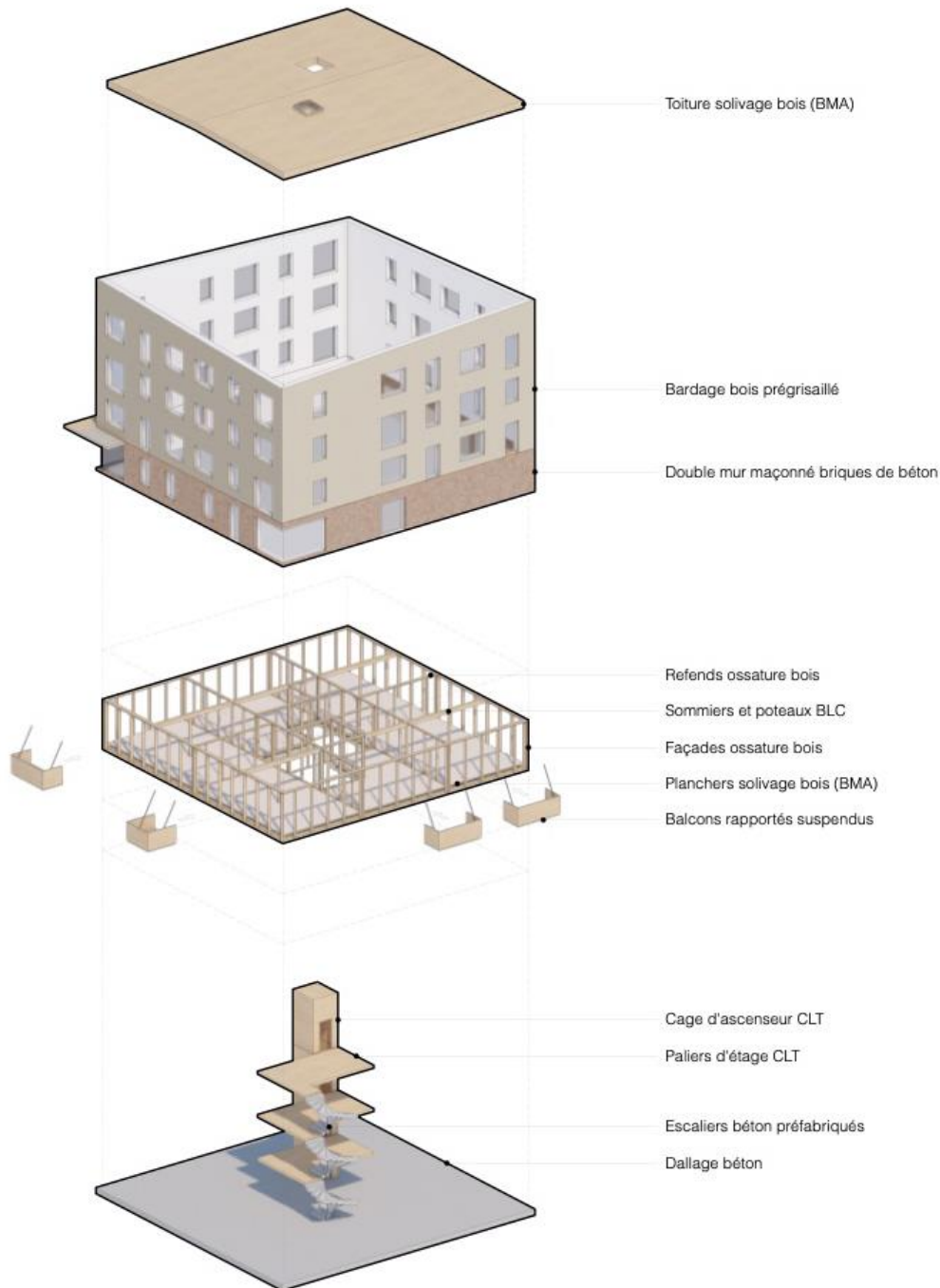


Image 3 : axonomie éclatée du système constructif

2.4. Toiture terrasse cool roof en fibre de bois

Mise en œuvre de toiture terrasse type Pavarroof de chez Soprema en fibre de bois + liège (sous ATex A), traitement de l'étanchéité en membrane synthétique « cool roof ».

2.5. Doublages en préfiguration de la doctrine BSPP75

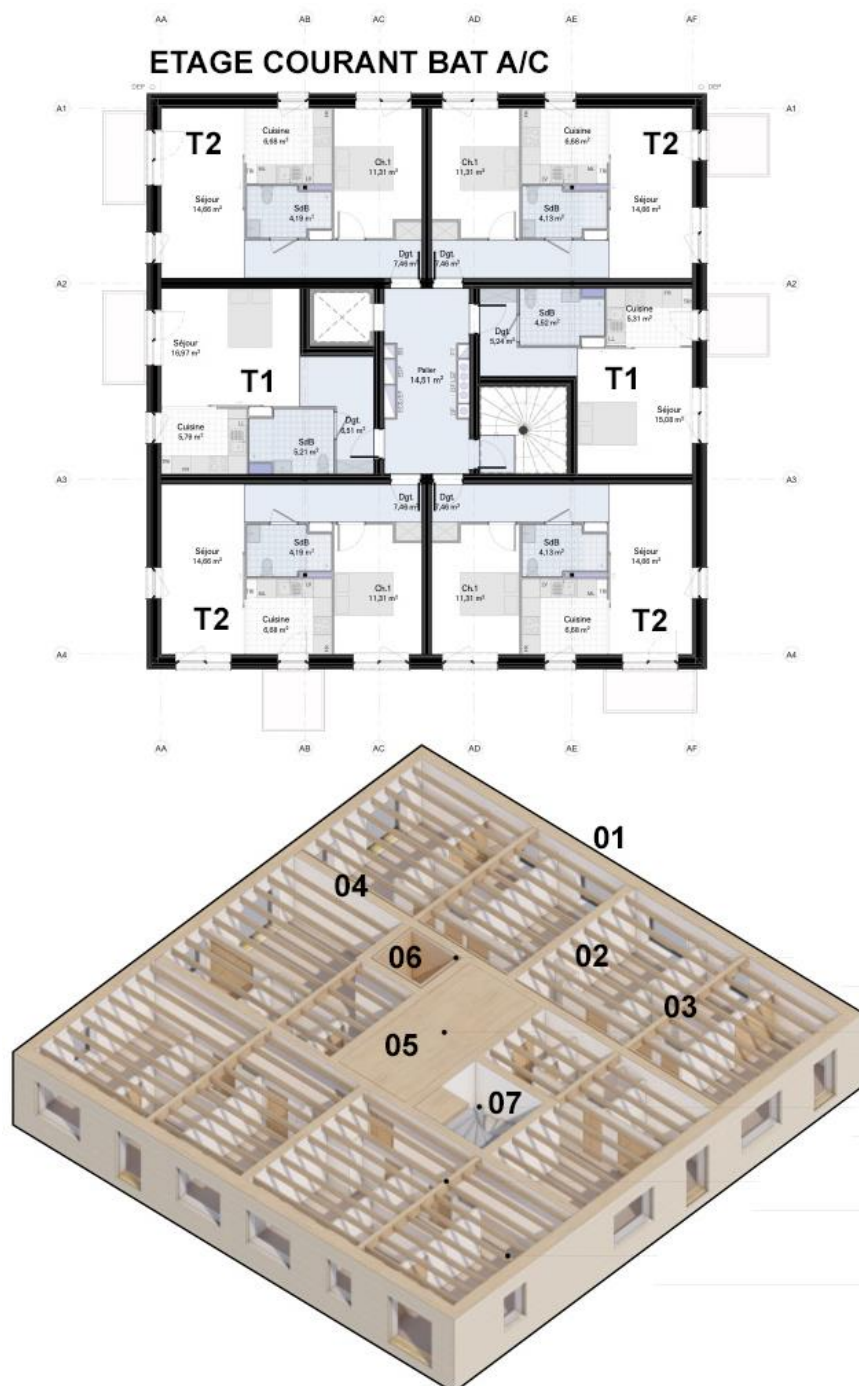
Dédoublage des protections thermiques d'ossature en façade et refends, et en plafonds avec implantation des protections sur ossature et dédoublement en demi-styl ou faux plafonds de contre cloison afin de faire passer les organes techniques sans percer les protections thermiques structurales.

Traitement des chapes acoustiques en chape anhydrite.

Intégration de receveur prêt à carrelé en solution douche sans ressaut sur support bois.

2.6. Une conception passive

Une conception d'enveloppe performante avec un Bbio de -60%, qui répond aux standards de la construction passive avec suppression des émetteurs de chaleur traditionnels en logement. Intégration de ventilation double flux centralisée dans les logements avec chauffage et rafraîchissement sur l'Air Neuf. Des plans structurés pour assurer la distribution de la ventilation et optimiser la distribution des fluides en plafond surbaissé dans les circulations (Hsp 2,20m). Une seule gaine par logement.



**01 FOB / 02 Solivage / 03 Sommier / 04 Refends MOB /
05 plancher CLT / 06 Cage ASC CLT / 07 Esc préfa béton**

Image 4 : plan courant type et structure des planchers

2.7. Label bâtiment biosourcé niveau 3

Les bâtiments atteignent un taux d'incorporation moyen de 100kg/m²sdp soit l'équivalent de 805m³ nets de produits biosourcés mis en oeuvre sur le projet.

Les deux familles de produits sont le bois (cellulose) et le coton recyclé (type Métisse) suivant 4 fonctions différentes d'application dont fibre de bois en isolation.

3. Une Opération pilote sur le confort d'été, pour la caractérisation de l'indicateur DH de la RE2020 en construction bois et biosourcée

Instrumentation prévue des 3 bâtiments afin de mesurer et d'évaluer le confort d'été intérieur ressenti, appuyée par des enquêtes sociologiques d'usager en partenariat avec le Centre Technique de la FCBA, le LMDC (Laboratoire Matériaux et Durabilité des Constructions) de l'INSA de Toulouse et le laboratoire GRECCAU (Groupe Recherche Environnement, Confort, Conception Architecturale et Urbaine) de l'Ecole Nationale Supérieure d'Architecture et de Paysage de Bordeaux, définition des notions de confort adaptatif.

Intégration de systèmes de rafraîchissement « passif » sur la ventilation double flux en partenariat avec Zehnder. Mise en place de stratégie d'adaptation au forçage radiatif issus des scénarios GIEC dont création de salle de rafraîchissement à vocation sanitaire en cas de forte chaleur (risque canicule niveau 4), travail sur la conception d'îlot de fraîcheur et sur l'indicateur IRS des matériaux mis en oeuvre (toiture cool roof, façades ventilées, effusivité des matériaux).

Les mesures issues de l'instrumentation devraient permettre de modéliser et de caractériser la notion d'inconfort d'été (notion de confort adaptatif) notamment sur les bâtiments à faible inertie de masse tels que les constructions bois, de manière à mieux qualifier l'indicateur DH de la RE2020, et à caractériser les phénomènes dits d'inertie hygroscopiques propres aux matériaux biosourcés.

Cette opération pilote sur la définition et la caractérisation du confort d'été en bâtiment bois et biosourcé s'articule avec l'étude BIP (Building Material Insulation Performance) pilotée par Karibati pour analyser le comportement hygrométrique des matériaux biosourcés. <https://www.batiment-biosource.fr/projet-bip-filieres-biosourcees/>

4. Résultats RE2020 au stade APD/DPC

Résultats des calculs RE2020 sur les 3 bâtiments :

	Logts	SHAB	SdP brute	Bbio	DH	Cep	Cep+DH	Cep.nr	Ic energie	Ic construction
	u	m ²	m ²	points	°C.h	kWh.ep/(m ² .a)	kWh.ep/(m ² .a)	kWh/(m ² .a)	kgCO ₂ /m ² PER=50ans	kgCO ₂ /m ² PER=50ans
Bâtiment A (R+3)	18	767	1110	28,8/77,1	401/1250	57,7/99,1	64,4/99,1	57,1/81,6	319,9/653	386,7/708,9
				-62%		-42%	+12%	-30%	-51%	-45%
Bâtiment B (R+4)	24	1248	1745	27,8/71,8	398,5/1250	53,8/93,1	58,6/93,1	51,8/76,7	296,5/613,2	356,0/743,8
				-61%		-42%	+9%	-32%	-52%	-52%
Bâtiment C (R+3)	21	908	1154	28,5/75,6	380,4/1250	58,6/105,1	65,1/105,1	57,6/86,5	327,4/692,3	389,8/715,7
				-62%		-44%	+11%	-33%	-53%	-45%
DH	<350°C.h			350°C.h < DH < DH_max x forfait refroidissement			DH > DH_max (1250°C.h) non conforme			
seuils Ic energie	2022	560kgCO ₂ /m ²		2025	260kgCO ₂ /m ²		2028 320kgCO ₂ /m ² (réseau de chaleur)			
seuils Ic construction	2022	740kgeqCO ₂ /m ²		2025	650kgeqCO ₂ /m ²		2028 580kgeqCO ₂ /m ²		2031 490kgCO ₂ /m ²	
avec Ic energie_max =	Ic energie_maxmoyen x (1+Mcgeo+Mccombles+Mcsurf_moy+Mcsurf_tot+Mccat)									
avec Ic construction_max =	Ic construction_maxmoyen x (1+Micombles+Misurf)+Miinfra+Mivrd+Migéo+Mided									

Image 5 : tableau de résultat des calculs RE2020

Indicateur Ic energie

Les résultats sont globalement inférieurs au seuil max 2028 pour les logements collectifs alimentés par réseau de chaleur avec un seuil max hors modulations géo de 320kgCO₂/m² avec un réseau de chaleur actuellement à 18% ENR.

Indicateur Ic construction

Les résultats sont inférieurs au seuil max hors modulations géo de 490kgCO₂/m² pour 2031 avec un résultat moyen de -45% sur l'Ic construction 2022-2024 (lots forfaitaires sur lots techniques).

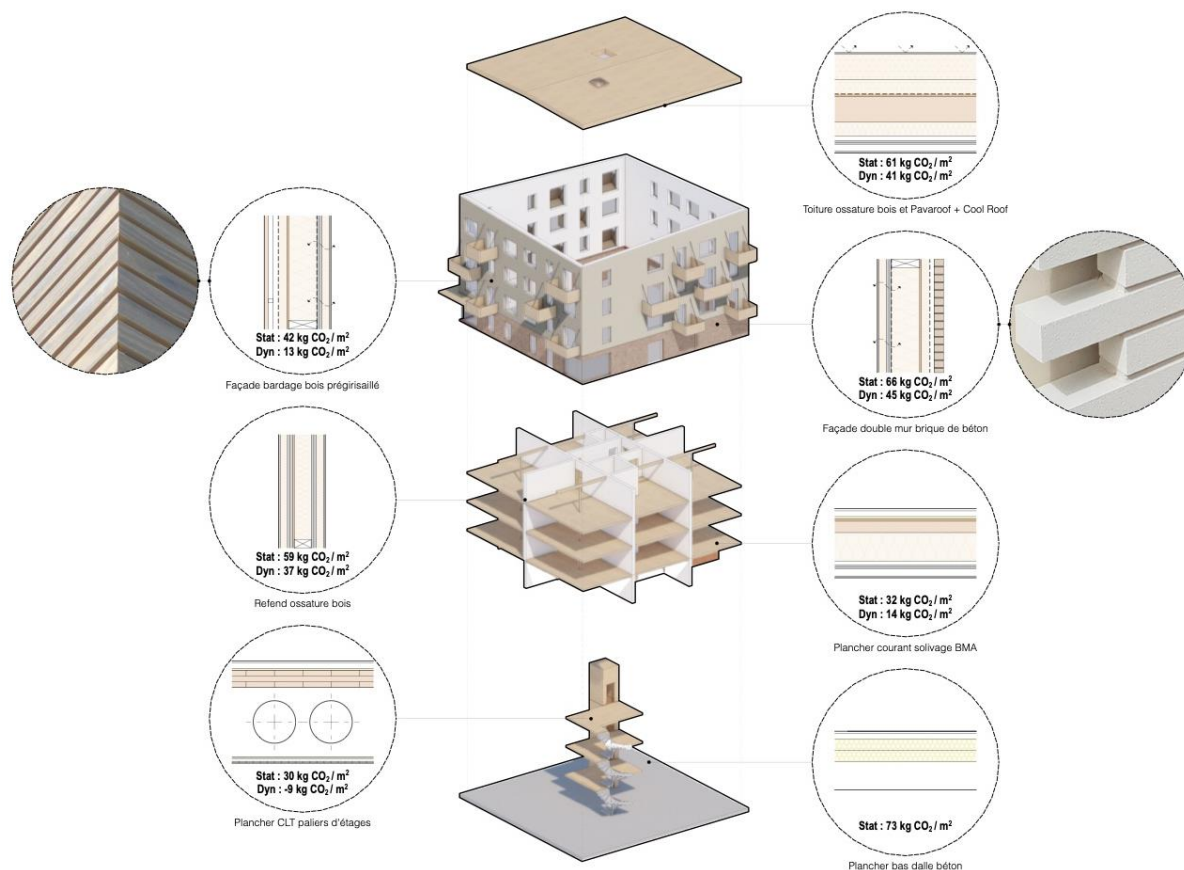


Image 6 : Composition de parois et bilan Egés en ACV statique et dynamique

Indicateur DH (degré heure d'inconfort)

Les bâtiments présentent des performances globales aux alentours de 400°C.h < à 1.250°C.h en DH_max mais supérieures aux 350°C.h du seuil bas de la RE2020. L'impact du forfait de refroidissement sur le Cep est d'environ de +10% en besoin de froid théorique.

Cet impact est notamment dû à la méthode de calcul du degré heure d'inconfort (DH) basé en partie sur l'inertie de masse, calcul plutôt défavorable aux constructions dites « légères ». L'inertie hygroscopique et les effets de déphasages surfaciques n'étant pas pris en compte dans le calcul DH.

ACV dynamique – carbone biogénique

L'application du calcul en ACV dynamique sur le bâtiment B permet un gain de 6% sur les résultats totaux obtenus en ACV statique avec 356kgCO₂/m² obtenus pour 379kgCO₂/m² initiaux en statique.

Ex. Pour un mur ossature bois REi30 de 145 avec bardage bois, isolant LR, isolant FB et parement plâtre Ei30, le bilan en statique est de 42kgCO₂/m² pour 13kgCO₂/m² résultant en calcul dynamique (-70%).

Fiches FDES / PEP - base Inies

Répartition des Fiches individuelles / Fiches collectives / Fiches par défaut (DED) intégrées à l'ACV :

Bat A

43%	28%	28%
Indiv	DED	Coll

Bat B

33%	29%	38%
Indiv	DED	Coll

Bat C

38%	29%	33%
Indiv	DED	Coll

Image 7 : Tableau de répartition des FDES collectées

A ce stade de la conception et compte tenu du peu de PEP (Profil Environnemental Produit) disponibles sur la base Inies, les lots 08 (CVC), 09 (PBS), 10 (CFO), 11 (CFA) et 12 (ASC) ont été calculés suivant la méthode forfaitaire (48% de l'impact total Ic construction du projet).

Répartition du bilan ACV Ic construction par lot

Exemple bâtiment B (R+4) :

Décomposition par lots en ACV statique

Nom du lot	kg eq. CO2/m ²	%
1 VRD (Voirie et Réseaux Divers)	22	6
2 Fondations et infrastructures	21	6
3 Superstructure - Maçonnerie	29	8
4 Couverture - Etanchéité - Charpente - Zinguerie	5	1
5 Cloisonnement - Doublage - Plafonds suspendus - Menuiseries intérieures	38	10
6 Façades et menuiseries extérieures	45	12
7 Revêtements des sols, murs et plafonds - Chape - Peintures - Produits de décoration	36	9
8 CVC (Chauffage - Ventilation - Refroidissement - eau chaude sanitaire)	74	19
9 Installations sanitaires	31	8
10 Réseaux d'énergie (courant fort)	48	13
11 Réseaux de communication (courant faible)	2	1
12 Appareils élévateurs et autres équipements de transport intérieur	28	7
	379	100

Image 8 : Graphique ACV par lots

