I3E Rénovation

Réunion d'information et de formation à la Boîte à outils I3E

Le 21/09/2017 à l'INEED (Valence TGV)

Thierry Rieser – Enertech

Sommaire

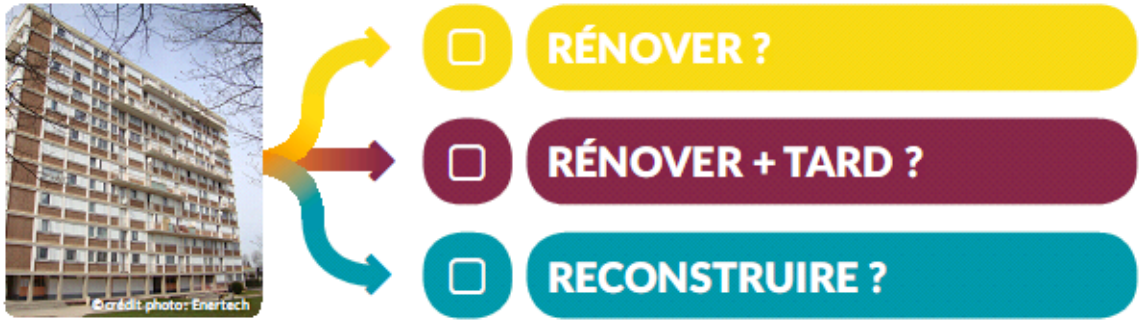
1. Le projet I3E
2. La boîte à outils I3E
3. Les scénarios comparés
4. Analyse comparative sans calculs
5. Définition de l'unité fonctionnelle
6. Inventaire des données
7. Analyse comparative par l'Analyse du Cycle de Vie (ACV)
8. Analyse comparative par l'Analyse en Coût Global (ACG)

Objectifs

I3E : Méthode d'évaluation des Indicateurs **Energétiques, Economiques et Environnementaux**

Travail de recherche (APR ADEME) : développer une **méthodologie** permettant de comparer des scénarii de rénovation et de démolition-reconstruction

Objectif : s'adresse aux MOA, MOE : aide à la décision



Périmètre de l'étude : bâtiments de logements collectifs construits entre 1945 et 1975.

Contenu

- Début: mai 2014 – Fin: septembre 2017
- L'ACV environnementale, énergétique et économique de 2 cas d'étude, 11 scénarios/cas
- La révision de l'étude en cours de projet par un comité incluant le CSTB et Mines ParisTech
- L'extraction des éléments généralisables et l'élaboration de la boite à outils
- Le test de la boîte à outils par 5 MOE
- La dissémination du projet et des résultats en France et à l'international

Positionnement

- Logements collectifs construits entre 1949 et 1974
- Focus sur l'amélioration de la performance énergétique:
  - Enveloppe
  - Systèmes énergétiques
- Production d'énergie renouvelable exclue du champ de l'étude
- Comparaison entre différents scénarios:
  - ✓ « *Business as usual* » avec remplacements obligatoires,
  - ✓ Rénovation, de partielle à très performante,
  - ✓ Démolition et reconstruction, de RT2012 à très performante,
  - ✓ Variantes sur les matériaux (biosourcés ou conventionnels).

Cas d'étude 1

Les Aubépins à Chalon sur Saone

Logement collectif social. Rénovation en site occupé.

Bâtiment R+11 construit en 1955.

Pas de travaux sur amiante en réno.

67 logements avant rénovation, 63 après (4 fusions)

Central Parc à Villeurbanne

Logement collectif Passifs.

Bâtiment R+5 neuf.

55 logements

Cas d'étude 2

Frais Vallon à Marseille

Logement collectif social.

Bâtiment R+5 années 1960.

Amiante : joints menuiseries, cloisons intérieures fibro, conduits fibro

50 logements

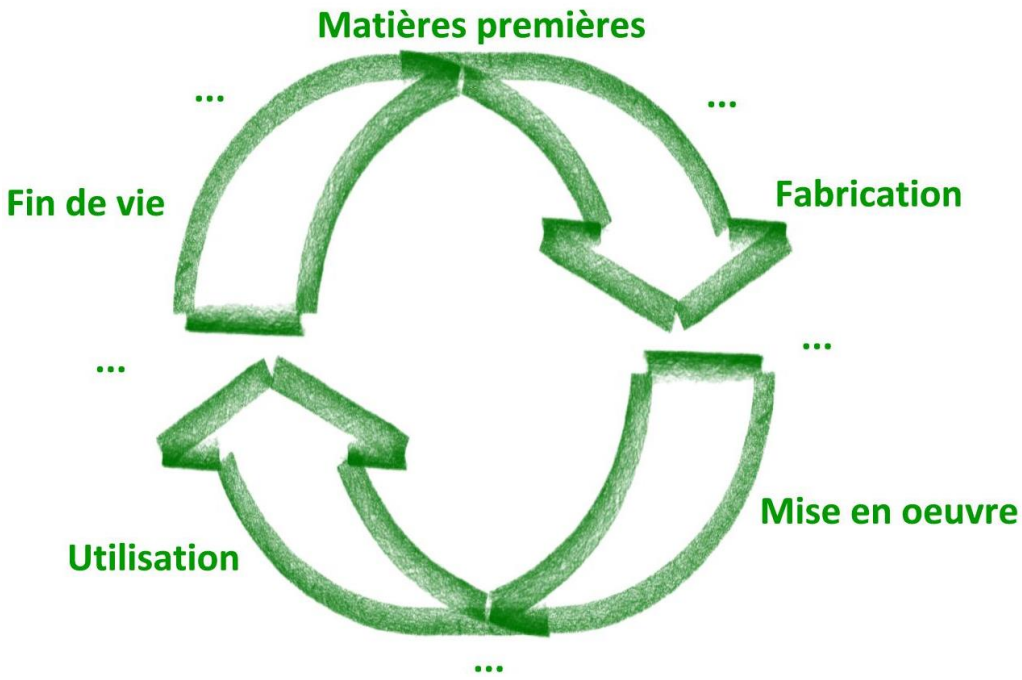
Les Moulins à Bourg de Péage

Logement sociaux individuels en bande.

RT2012 -20%

24 logements.

Analyse du Cycle de Vie (ACV)



L'ACV est un outil d'aide à la décision qui évalue l'impact environnemental d'un système en relation à une **fonction** particulière et ceci en considérant **toutes les étapes de son cycle de vie** et **plusieurs catégories d'impact** environnemental (ISO 14040-44)

Indicateurs

- Environnement:
  - Changement climatique
  - Emissions de particules fines
  - Eutrophisation marine
- Energie:
  - Energie primaire non renouvelable
- Economique:
  - Coût global

Principaux résultats

Méthodologie d'ACV

Paramètres peu influents :
- Variante sur année de remplacement des équipements
- Variante sur le mix électrique
- Scénario de vieillissement des fenêtres, chaudière

Paramètres influents : *(voir la suite)*
- Flux de référence, taux de remplissage
- Hypothèses de durée de vie
- Taux d'actualisation en ACG
- Scénario d'évolution du prix de l'énergie

Principaux résultats

Energie		DS / valo patri	Fin de vie	Indicateur	Statut quo Sc1	Rénovation: RT éléments Sc2	RT globale Sc3	BBC-F4 Sc4	BBC-F4 bios. Sc5	Passif Sc6	Passif bios. Sc7	Reconstruction: RT2012 Sc8	RT2012 bios. Sc9	Passif Sc10	Passif bios. Sc11
Sans chgt énergie	RCU		Scénario de base	4 ACV											
	Gaz			CC											
				PF											
				EM											
				EPNR											
		Sans allongt DV réno		ACG											
		Prolong DV si réno		ACG											
	Bois			CC											
				PF											
				EM											
				EPNR											
	Elec			CC											
				PF											
				EM											
				EPNR											
		Sans allongt DV réno		ACG											

Sans changement d'énergie entre scénario, le moins impactant est toujours la rénovation Passive ou BBC-F4

Principaux résultats

Même avec changement d'énergie seulement pour la reconstruction, le scénario le moins impactant est toujours une rénovation complète (RT globale à Passive), sauf :

Exception 1 : réno RCU vs. neuf au bois pour CC et EPNR : il vaut mieux démolir

Exception 2 : réno RCU vs. neuf au bois sans prolonger la DV en réno : il vaut mieux le statu quo ou rénover ad minima

Exception 3 : réno élec vs. neuf au bois en EPNR : il vaut mieux démolir

Sommaire

1. Le projet I3E
2. La boîte à outils I3E
3. Les scénarios comparés
4. Analyse comparative sans calculs
5. Définition de l'unité fonctionnelle
6. Inventaire des données
7. Analyse comparative par l'Analyse du Cycle de Vie (ACV)
8. Analyse comparative par l'Analyse en Coût Global (ACG)

Objectifs

- Comparer des scénarios de projets portant sur l'existant sur les I3E
- ! Ne se substitue pas au processus de décision !

- Aide à la rédaction du rapport d'étude ACV, à joindre éventuellement au projet
- ! Ne permet d'obtenir aucun label ou subvention !

Contenu

- Un document Méthode

- Des tableurs:
  - Sans calculs
  - Désamiantage
  - ACV
  - ACG_Propriétaire-bailleur
  - ACG_Propriétaire-occupant

Mode opératoire

Etapes

1. Identifier les scénarios
2. Effectuer une analyse comparative rapide
3. Définir l'UF
4. Collecter les données
5. Comparer les scénarios

Outils

Sans calculs

Désamiantage

ACV

ACG Propriétaire-bailleur

ACG Propriétaire-occupant

Sommaire

1. Le projet I3E
2. La boîte à outils I3E
3. Les scénarios comparés
4. Analyse comparative sans calculs
5. Définition de l'unité fonctionnelle
6. Inventaire des données
7. Analyse comparative par l'Analyse du Cycle de Vie (ACV)
8. Analyse comparative par l'Analyse en Coût Global (ACG)

Identifier les scénarios

Type d'intervention	Ambition énergétique	Type de matériaux	Vecteur énergétique chauffage et ECS
Aucune	Aucune	Sans objet	Fioul, gaz, électricité (2 mix au choix), bois granulés, bois plaquettes ou réseau de chaleur (4 mix au choix)
Rénovation	RT Par élément	Conventionnels	
Rénovation	RT Globale	Conventionnels	
Rénovation	BBC-F4	Conventionnels	
Rénovation	BBC-F4	Biosourcés	
Rénovation	Passif	Conventionnels	
Rénovation	Passif	Biosourcés	
Reconstruction	RT 2012	Structure béton	
Reconstruction	RT 2012	Structure bois et matériaux biosourcés	
Reconstruction	Passif	Structure béton	
Reconstruction	Passif	Structure bois et matériaux biosourcés	

Statu quo (remplac.ts à minima)

- Le propriétaire ne rénove pas le bâtiment mais souhaite tout de même continuer à l'utiliser.
- On considère uniquement les remplacements absolument nécessaires sans quoi le bâtiment n'est plus fonctionnel:
  - Fenêtres
  - Portes palières
  - Chauffe-eau
  - Equipements sanitaires
  - Lé d'étanchéité bitumineux
  - Radiateurs électriques
  - Equipement de production de chaleur gaz, fioul et bois
  - Traitement filmogène sur réseau hydraulique

Tableau récapitulatif

	Scenario 1	**Scenario 2**	**Scénario 3**
Type d'intervention	Rénovation	Rénovation	Reconstruction
Ambition énergétique	RT Globale	BBC-F4	Passif
Type de matériaux	Conventionnels	Conventionnels	Structure béton
Chauffage - Vecteur énergétique & système	Gaz – Chaudière collective	Gaz – Chaudière collective	Electricité et géothermie – PAC géothermique
ECS - Vecteur énergétique & système	Gaz – Chauffe-eau collectif	Gaz – Chauffe-eau collectif	Electricité - Chauffe eau thermodynamique

Sommaire

1. Le projet I3E
2. La boîte à outils I3E
3. Les scénarios comparés
4. Analyse comparative sans calculs
5. Définition de l'unité fonctionnelle
6. Inventaire des données
7. Analyse comparative par l'Analyse du Cycle de Vie (ACV)
8. Analyse comparative par l'Analyse en Coût Global (ACG)

Outil « Sans calculs »

Sans calculs

- Exemples pour la démonstration:
  A. Rénovation RT Par élément ou Globale
  B. Matériaux conventionnels ou biosourcés
  C. Rénovation BBC ou F4 sur chaudière gaz existante ou reconstruction avec PAC géothermique

Questions / Réponses

Si l’outil « Sans calcul » ne conclut pas…

…on va mener une ACV

Sommaire

1. Le projet I3E
2. La boîte à outils I3E
3. Les scénarios comparés
4. Analyse comparative sans calculs
5. Définition de l'unité fonctionnelle
6. Inventaire des données
7. Analyse comparative par l'Analyse du Cycle de Vie (ACV)
8. Analyse comparative par l'Analyse en Coût Global (ACG)

Etapes

- Caractéristiques clés des projets comparés :
  - Contexte local : localisation, surface parcelle
  - Services rendus en lien avec la performance énergétique
  - Choix de conception
  - Taux de remplissage
  - Durée de service du bâtiment
- Période de référence
- Unité de référence

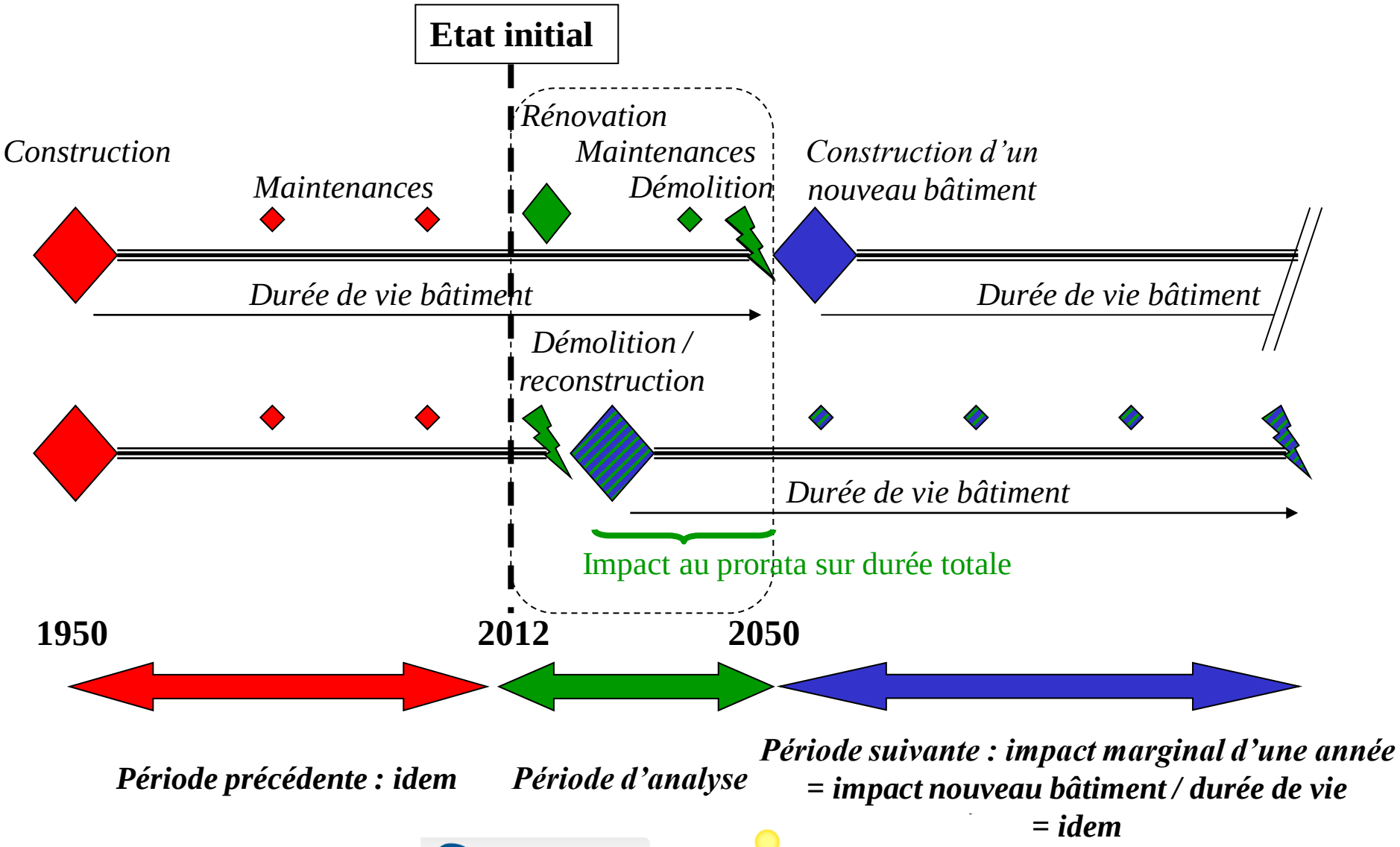
« Services rendus »

- Conformité réglementaire sur :
  - La réalisation d'espaces clos, couverts et accessibles
  - La température intérieure (en hiver)
  - L'apport d'ECS
  - La ventilation

Période de référence et Durée de service

- ! Ne pas confondre:
  - La **Période de référence** pour l'étude (PRéf) fixée à 30 ou 50 ans.
  - La **Durée de service**, ou de vie, du bâtiment – existant si rénové ou laissé en statu quo et neuf si reconstruit – à définir par l'équipe projet pour chaque scénario ;

Période de référence



Exemples de postulats

- Le bâtiment laissé en statu quo durera encore 30 ans.
- La rénovation avec ITE, permet d'allonger la durée de service du bâtiment de 50 ans.
- Un bâtiment neuf a une durée de vie de 100 ans.

- Note: il est possible de prendre en compte un taux d'occupation des logements distinct d'un scénario à l'autre, par exemple:
  - DS statu quo = 30 ans, Taux d'occupation <100%.

Caractéristiques des scénarios

Exemple de tableau récapitulatif

	Scenario 1	**Scenario 2**	**Scénario 3**
Type d'intervention	Rénovation	Rénovation	Reconstruction
Ambition énergétique	RT Globale	BBC-F4	Passif
Type de matériaux	Conventionnels	Conventionnels	Structure béton
Chauffage : Vecteur énergétique & système	Gaz – Chaudière collective	Gaz – Chaudière collective	Electricité et géothermie – PAC géothermique
ECS : Vecteur énergétique & système	Gaz – Chauffe-eau collectif	Gaz – Chauffe-eau collectif	Electricité - Chauffe eau thermodynamique
SHAB (ou Nombre d'habitants)	3000 m^2 (185 habitants)	3000 m^2 (250 habitants)	1500 m^2 (93 habitants)
m^2 SHAB / habitant	16.2	12	16.1
Surface vitrée / m^2 SHAB	30%	25%	17%
Taux de remplissage	100%	100%	100%
Durée de service	50	50	100

Unité de référence

- Même nombre d'habitants au m^2 dans chaque scénario?
  - Oui → 1 m^2 SHAB
  - Non → 1 habitant (ou 1 logement)

- Même nombre d'habitants au m^2:
  → Densité d'habitants identique
  → ET Taux d'occupation identique

Expression de l'unité fonctionnelle

- Fournir 1 m^2 de SHAB sur un terrain de surface $S_{TERRAIN}$ m^2 situé à L;
  - de SHAB par habitant égale à X m^2 SHAB/habitant;
  - de SHAB totale comprise entre X' m^2 < SHAB < Y' m^2;
  - de taux de surface vitrée comprise entre X'' % < m^2 vitrage /m^2 SHAB < Y'' %;
  - ventilé, de température intérieure (en hiver) et avec un approvisionnement en ECS conforme à la réglementation des bâtiments résidentiels,
- ce pendant PRéf années.

- Fournir un espace de logement pour 1 habitant sur un terrain de surface $S_{TERRAIN}$ m^2 situé à L;
  - de SHAB par habitant comprise entre X m^2 < SHAB/habitant < Y m^2 ;
  - de SHAB totale comprise entre X' m^2 < SHAB < Y' m^2;
  - de taux de surface vitrée comprise entre X'' % < m^2 vitrage /m^2 SHAB < Y'' %;
  - ventilé, de température intérieure (en hiver) et avec un approvisionnement en ECS conforme à la réglementation des bâtiments résidentiels,
- ce pendant PRéf années.

Expression de l'unité fonctionnelle

- Fournir un espace de logement pour 1 habitant sur un terrain de surface $S_{TERRAIN}$ m^2 situé à L;
  - de SHAB par habitant comprise entre 12 m^2 < SHAB/habitant < 16 m^2 ;
  - de SHAB totale comprise entre 1500 m^2 < SHAB < 3000 m^2;
  - de taux de surface vitrée comprise entre 11% < m^2 vitrage /m^2 SHAB < 30%;
  - ventilé, de température intérieure (en hiver) et avec un approvisionnement en ECS conforme à la réglementation des bâtiments résidentiels,
- ce pendant 50 années.

Questions / Réponses

Sommaire

1. Le projet I3E
2. La boîte à outils I3E
3. Les scénarios comparés
4. Analyse comparative sans calculs
5. Définition de l'unité fonctionnelle
6. Inventaire des données
7. Analyse comparative par l'Analyse du Cycle de Vie (ACV)
8. Analyse comparative par l'Analyse en Coût Global (ACG)

Inventaire

- Matériaux : fabrication, mise en œuvre, vie en œuvre et fin de vie
- Consommations à l'usage
- Désamiantage

Matériaux

- Lots inclus :
  - ITE
  - Chauffage
  - ECS
  - Ventilation
  - Gros œuvre (pour les reconstructions)

- ACV : données d'impacts /m^2 SHAB fournies
- ACG : coût du projet /m^2 SHAB à fournir

Consommations à l'usage

- Consommations incluses :
  - Chauffage
  - ECS
  - Ventilation et auxiliaires
- Des données d'impacts et de coût génériques par kWh sont fournies
- Identifier la méthode d'élaboration des consommations à l'usage: calcul RT, STD, outil Maison Passive, etc.
- Unité:
  - **Energie finale**: pas utile ni primaire : elles doivent tenir compte des rendements de production, de distribution et d'émission dans le bâtiment.
  - **Par m² SHAB**: pas par m² SHON ni par m² SRE.

Désamiantage

Désamiantage

- Données à fournir:
  - Les surfaces confinées
  - La durée du chantier
  - Les quantités de matériaux à retirer
  - Le tonnage de déchets

- Distinguer désamiantage à t=0 (lors de la rénovation) et en fin de durée de service (lors de la démolition.

Rapport d'ACV

Bien préciser :

- Unité fonctionnelle
- Caractéristiques des scénarios
- Inventaire des données

Caractéristiques des scénarios

	Scenario 1	Scenario 2	Scénario 3
Type d'intervention	Rénovation	Rénovation	Reconstruction
Ambition énergétique	RT Globale	BBC-F4	Passif
Type de matériaux	Conventionnels	Conventionnels	Structure béton
Chauffage : Vecteur énergétique & système	Gaz – Chaudière collective	Gaz – Chaudière collective	Electricité et géothermie – PAC géothermique
ECS : Vecteur énergétique & système	Gaz – Chauffe-eau collectif	Gaz – Chauffe-eau collectif	Electricité - Chauffe eau thermodynamique
SHAB (ou Nombre d'habitants)	3000 m² (185 habitants)	3000 m² (250 habitants)	1500 m² (93 habitants)
m² SHAB / habitant	16.2	12	16.1
Surface vitrée / m2 SHAB	30%	25%	17%
Taux de remplissage	100%	100%	100%
Durée de service	50	50	100
Méthode d'estimation des consommations	Estimation (max)	Estimation (max)	STD

Inventaire des données

	Scenario 1	Scenario 2	Scénario 3
Coût du projet (matériaux yc mise en œuvre)	300€HT	350€HT	1600€HT
Consommation chauffage	50 kWh/m^2 /an	30 kWh/m^2 /an	5 kWh/m^2 /an
Consommation ECS	40 kWh/m^2 /an	20 kWh/m^2 /an	13 kWh/m^2 /an
Consommation ventilation et auxiliaires	2 kWh/m^2 /an	4 kWh/m^2 /an	4 kWh/m^2 /an
Impacts désamiantage t=0	Cf. outil Désamiantage		
Impacts désamiantage t= fin de DS			
Coût désamiantage t=0			
Coût désamiantage t= fin de DS			

Questions / Réponses

Sommaire

1. Le projet I3E
2. La boîte à outils I3E
3. Les scénarios comparés
4. Analyse comparative sans calculs
5. Définition de l'unité fonctionnelle
6. Inventaire des données
7. Analyse comparative par l'Analyse du Cycle de Vie (ACV)
8. Analyse comparative par l'Analyse en Coût Global (ACG)

ACV

- Exemples pour la démonstration:
  A. Rénovation RT Par élément ou Globale — Sans calculs
  B. Matériaux conventionnels ou biosourcés — Sans calculs
  C. Rénovation BBC ou F4 sur chaudière gaz existante ou reconstruction avec PAC géothermique — ~~Sans calculs~~ ACV

Questions / Réponses

Sommaire

1. Le projet I3E
2. La boîte à outils I3E
3. Les scénarios comparés
4. Analyse comparative sans calculs
5. Définition de l'unité fonctionnelle
6. Inventaire des données
7. Analyse comparative par l'Analyse du Cycle de Vie (ACV)
8. Analyse comparative par l'Analyse en Coût Global (ACG)

A définir en amont

- Le point de vue
- Les paramètres clés
- La valeur résiduelle

Points de vue

- Propriétaire – bailleur
  - Coûts: investissement, entretien, déconstruction
  - Bénéfices: loyers, revente

- Propriétaire – occupant
  - Coûts: investissement, entretien, consommations, déconstruction
  - Bénéfices: réduction de la consommation d'énergie, revente

Paramètres clés

- Taux d'actualisation (a):
  - Valeur aujourd'hui d'1€ dépensé demain
  - ISO 15686-5 : [0 – 4%]
    - a = 1% → 1€ dépensé dans 5 ans vaut 0,95€ aujourd'hui
    - a = 4% → 1€ dépensé dans 5 ans vaut 0,82€ aujourd'hui
  - Propre à chaque MOA
  - « a » tient compte du taux nominal d'actualisation et du taux d'inflation
- Taux d'augmentation des prix de l'énergie au-delà de l'inflation (i)

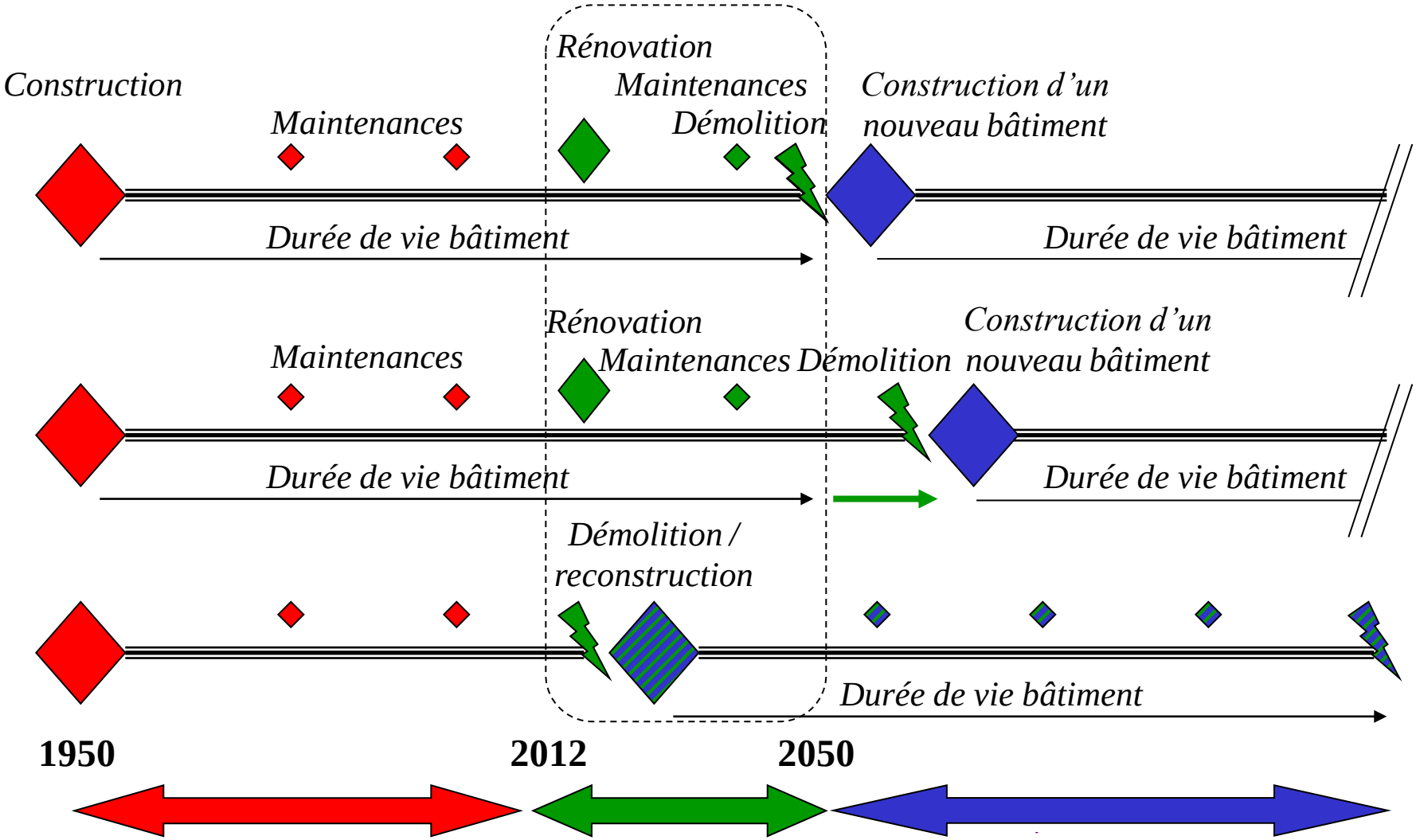
Vecteur énergétique	i
Gaz	1,00%
Bois	0,40%
Electricité	1,40%
Réseau de Chaleur	0,70%
Fioul	1,50%

[ADEME]

Valeur résiduelle (VR)

- Prix de revente du bâtiment à la fin de PRéf, hors terrain
- A définir si les durées de service des différents scénarios sont distinctes:
  - DS bâtiment rénové idem existant
    →Valeur résiduelle du bâtiment existant rénové = 0
  - DS bâtiment rénové prolongée
    →Valeur résiduelle du bâtiment existant rénové : à déterminer
  - DS bâtiment reconstruit = 100 ans
    →Valeur résiduelle du bâtiment reconstruit : à déterminer

Valeur résiduelle (VR)



Les différentes approches

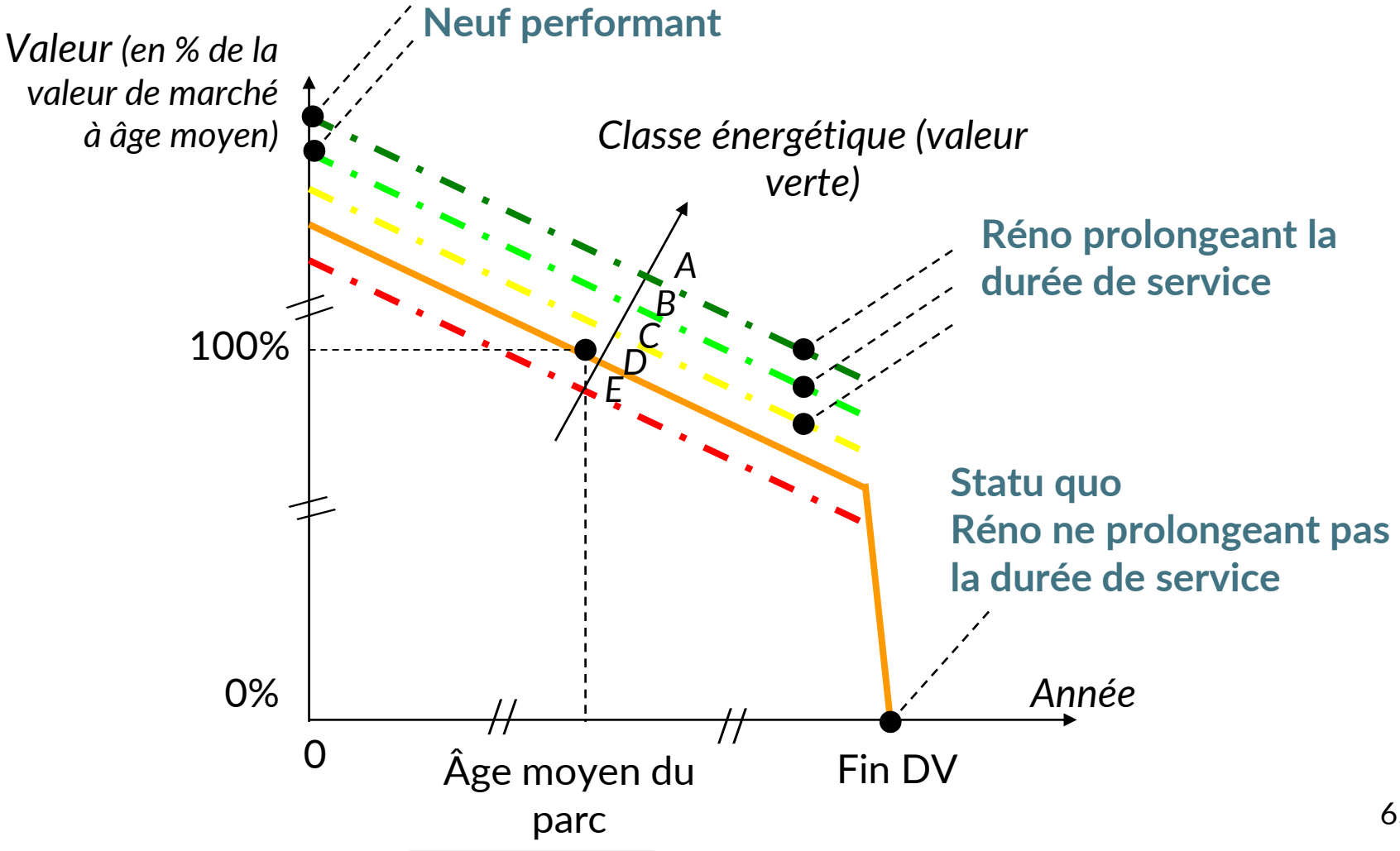
- L'approche « marché » : si le MOA vend son bâtiment en fin de PRéf, quelle est sa valeur de vente ?

- L'approche comptable : dans le bilan comptable d'un bailleur social, quelle est la valeur des bâtiments ?

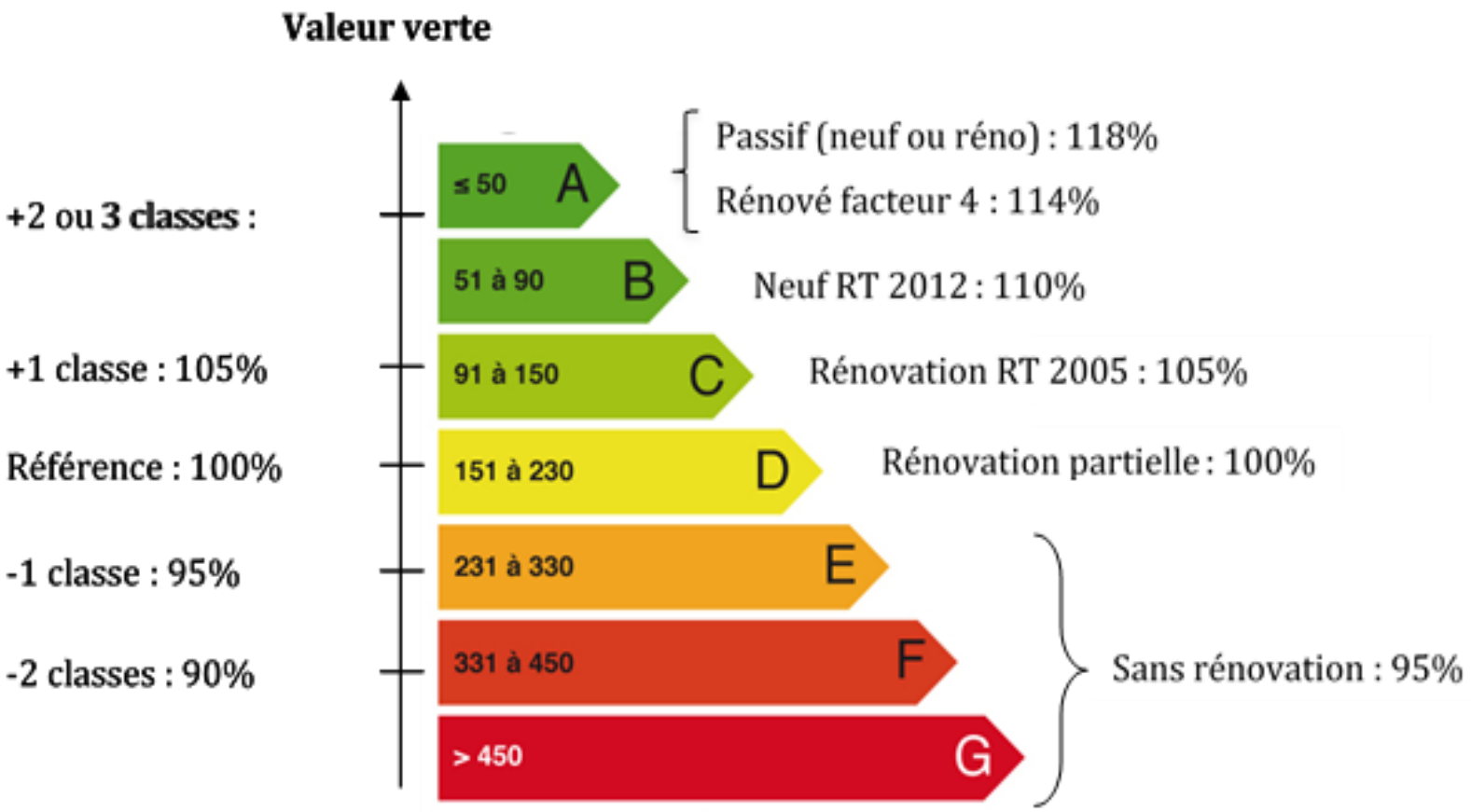
- L'approche patrimoniale: quel est le cumul des gains espérés au-delà de PRéf?

Approche par la valeur de marché

Valeur de marché modulée par l'âge et la performance



Modulation par la valeur verte



VAN des gains espérés sur loyer

On se place du point de vue d'un investisseur immobilier qui achèterait le bâtiment à la fin de PRéf, pour le louer

On cumule :
+ loyer
- frais propriétaire
- remboursement prêt

→ *Taux remplissage*
Sur-loyer vert

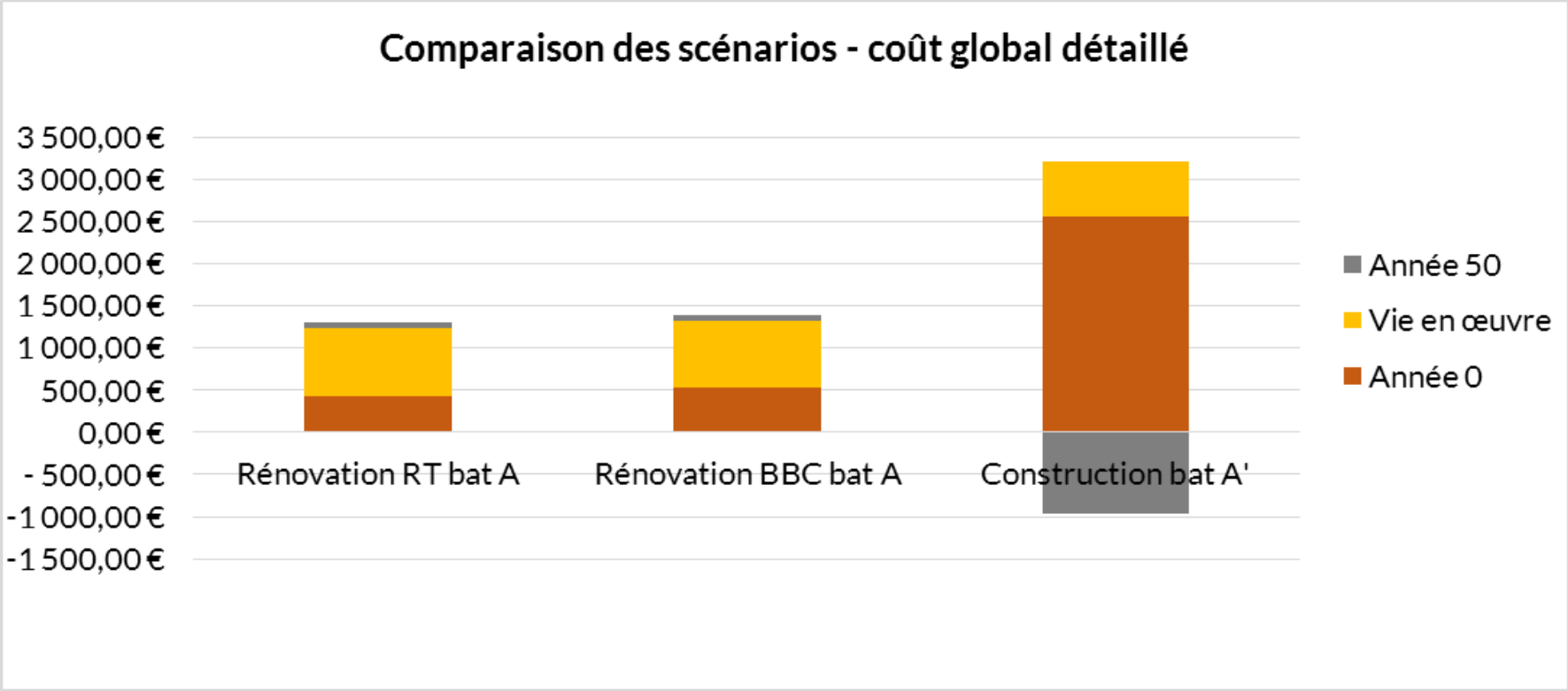
Sur la durée de service restante

→ *Reconstruction*
Réno avec prolongation de la durée de service

On retranche la marge de l'investisseur

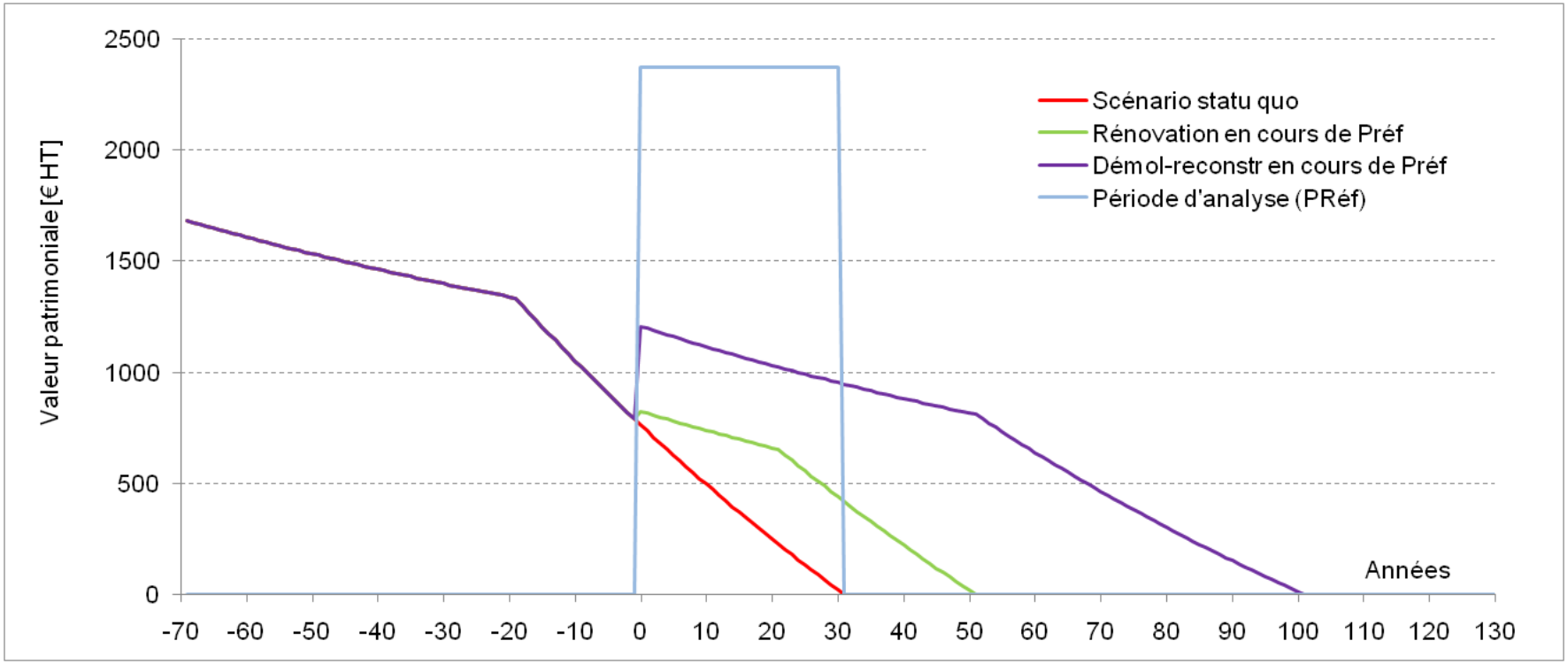
Présentation outil ACG (1)

ACG
Propriétaire-occupant



Présentation outil ACG (2)

ACG
Propriétaire-bailleur



Questions / Réponses

i3E
Elaboration d'une méthodologie d'évaluation d'indicateurs énergétiques, économiques, et environnementaux (I3E) pour l'aide à la décision entre différentes solutions de rénovation
© crédit photo : Peter Alfred Hess

MERCI