

# OPLEIDING DUURZAME GEBOUWEN

## GEDEELTELIJKE EN GEFASEERDE RENOVATIE

HERFST 2019

Feedback over de renovaties bij het PASS

Christophe LASNIER



bruxelles  
environnement  
leefmilieu  
brussel  
.brussels 





- ▶ Beschrijving van de gebruikte methodologie (audit, actieplan, fasering van de werken, ...)
- ▶ Beschrijving van de uitvoeringsstappen (succes, moeilijkheden, onvoorziene zaken, ...)
- ▶ Uit onze ervaring getrokken lessen



## VOORSTELLING VAN HET PASS

- ▶ De opdrachten
- ▶ Het publiek en de activiteiten
- ▶ Openingsdagen en -uren
- ▶ De infrastructuur van het PASS

## DE DUURZAME-ONTWIKKELINGSAANPAK VAN HET PASS

- ▶ Verbeteringsacties gerealiseerd vóór 2015
- ▶ Uitbreiding van de energierenovatie

## VAN AUDIT TOT ACTIEPLAN

- ▶ Methodologie (gegevens en assen van de studie)
- ▶ Waardeschaal van het PASS en beslissingstool
- ▶ Het actieplan en de werkelijkheid



## DE RENOVATIEWERKEN

### ► **Verbeteringswerken m.b.t. de gebouwschillen**

- Isolatie van het dak en van de OOSTELIJKE gevel van de administratieve kantoren (in 2017)
- Isolatie van de machinekamer langs de binnenzijde (in 2017)
- Compartimentering 'Passerelle' en 'Tunnel du passage des enfants' (in 2018)
- Isolatie van de sectionaalpoorten van de hangar (voorzien voor 2019)

### ► **Verbeteringswerken m.b.t. de technische uitrustingen**

- Verbetering van de HVAC-regeling (in 2017)
- Implementatie van een monitoringtool (sept 2017 tot okt 2018)
- Verbetering van de verlichtingssystemen (in 2019)

### ► **Waterbeheer en productie van hernieuwbare energie**

- Inplanting van een windturbine (uitgevoerd in 2018)
- Inplanting van regenwaterrecuperatietanks (voorzien voor 2019)



### De opdrachten

- ▶ Verspreiding van wetenschappelijke en technische cultuur
- ▶ Jonge kinderen enthousiast maken voor wetenschappen
- ▶ Belangstelling wekken voor technologie
- ▶ Het debat bevorderen
- ▶ Gezellige momenten voor het hele gezin creëren

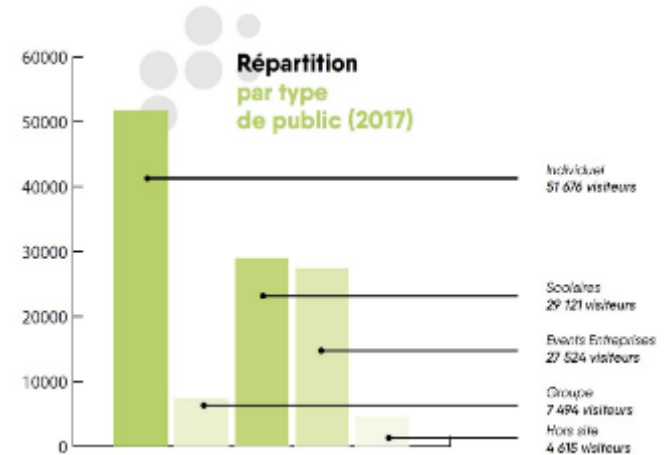
### Het publiek en de activiteiten

- ▶ 16 interactieve en immersieve tentoonstellingen
- ▶ 32 begeleide animaties voor scholen - vanaf de 2e kleuterklas tot het laatste middelbaar
- ▶ 17 animaties bestemd voor gezinnen
- ▶ 7 animaties voor groepen jongeren, bedrijven of andere
- ▶ Een projectiezaal waar op 5 vlakken een reusachtige kubus een film wordt vertoond



## Publiek, openingsdagen en -uren

- ▶ Het PASS opent zijn deuren 240 dagen per jaar
- ▶ In schoolperiodes is dat van 9 tot 16 uur
- ▶ In het weekend en in de schoolvakanties is dat van 10 tot 18 uur
- ▶ In 2017 werden er 120.000 bezoekers verwelkomd



## De infrastructuur

- ▶ Oude koolmijnsite Crachet-Piquery die in 1960, na 2 eeuwen van bedrijvigheid, werd gesloten.
- ▶ Gerenoveerde oude gebouwen en 3 nieuwe gebouwen: samen goed voor 12.000 m<sup>2</sup>
- ▶ 1 site en 3 beschermde gebouwen (erfgoed)
- ▶ Aantal werknemers: 40 VTE's



### Verbeteringsacties gerealiseerd vóór 2015

- ▶ Transformatie van de helft van de grasvelden in bloemenweide (sinds 2006);
- ▶ Volgen van de basisopleidingscyclus 'energieverantwoordelijke 2007' van het WG;
- ▶ Duurzaam aankoopbeleid (verlichting, informaticamaterieel en groene energie sinds 2008);
- ▶ Verbetering van het comfort van de 'Passerelle' door wijziging van het verwarmingssysteem (in 2010);
- ▶ Implementatie van een toezichtstelsel (sinds 2011);
- ▶ Renovatie en isolatie van de daken van de beschermde gebouwen (in 2014).

### Uitbreiding van de energierenovatie

- ▶ Toekenning van een subsidie voor duurzame ontwikkeling door het Waalse Gewest in 2014;
- ▶ Doelstellingen van de subsidie
  - Uitvoering van werken voor een duurzame renovatie en voor de productie van hernieuwbare energie
  - Het doelpubliek sensibiliseren voor de uitdagingen verbonden aan DO
    - Nieuwe film "Ensemble"
    - Nieuwe tentoonstelling "Nature 2.0"
    - Organisatie van themaweken voor scholen



## De bruikbare gegevens

- ▶ As-built-plan en technische gegevens van de installaties
- ▶ De toezichtgegevens
- ▶ De ervaring van de gebruikers
- ▶ Verbruiksgegevens van de 2 gasmeters en van de elektriciteitsmeter
- ▶ Geen monitoring

## De assen van de studie

- ▶ De verwarmingsbehoefte
- ▶ De HVAC-systemen
- ▶ De elektrische uitrustingen
- ▶ Het waterbeheer
- ▶ De productie van hernieuwbare energie

REPARTITION THEORIQUE CONSOMMATION CHAUFFAGE						
	Surface (m <sup>2</sup> )	Besoin (MWh/m <sup>2</sup> )	Besoin (MWh)	Coût (€)	Emiss.CO2 (tonnes/an)	Proportion
PASSERELLE	3 400	0,20	700	28 000	141	20%
BELVEDERE	1 750	0,22	910	36 400	184	27%
SALLE DES MACHINES	1 020	0,39	390	15 600	79	11%
HANGAR	1 960	0,19	370	14 800	75	11%
PALAIS DES IMAGES	1 290	0,24	300	12 000	61	9%
GARAGE ET BUREAUX	1 240	0,23	280	11 200	57	8%
SIL0, CHARNIERE ET TREMIES	1 390	0,35	480	19 200	97	14%
<b>TOTAL / MOYENNE PONDEREE</b>	<b>12 130</b>	<b>0,28</b>	<b>3 430</b>	<b>274 400</b>	<b>1 232</b>	

La maquette ci-après illustre la performance des différents bâtiments (échelle de couleur de rouge pour les bâtiments très mauvais à jaune pour les bâtiments passables)



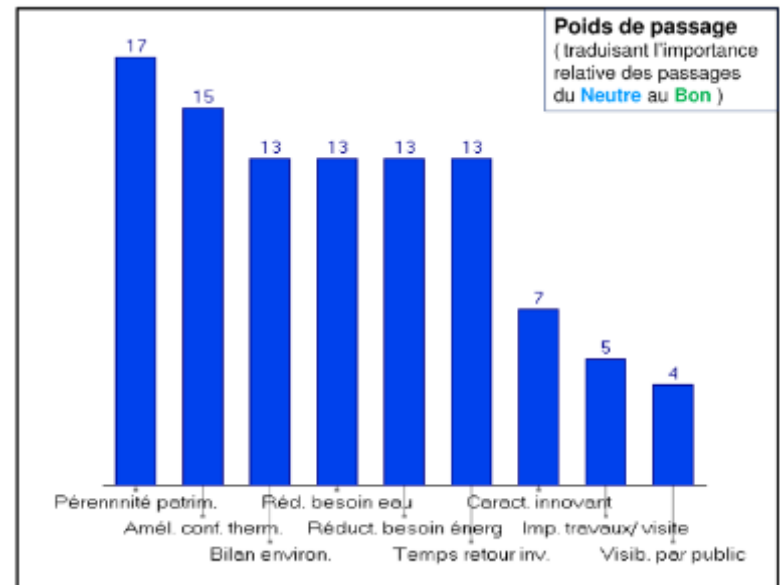


## Beslissingstool

- ▶ Implementatie van een methode voor multicriteria-analyses in lijn met de cultuur van het PASS
- ▶ Opstelling van een actieplan op basis van een selectie van de voorgestelde acties
- ▶ Doelstellingen: Een coherente langetermijnvisie ontwikkelen
- ▶ De gekozen acties objectief verantwoorden en valideren

## Waardeschaal

- ▶ 3 grote kwaliteitscriteria:
  - Duurzaam karakter van de acties (50 %)
  - Verbetering van het PASS (financiën, erfgoed en comfort) (45 %)
  - Impact (negatieve -) van de werken op het bezoek aan het PASS (5 %)
- ▶ De specifieke subcriteria



## Voorbeeld van een type-evaluatie van een actie

<b>ACTION 1.1.2</b>	<b>Compartimentage du tunnel</b>			
<b>Investissement</b>	<b>€ 19 000</b>	2 châssis de 9,5 m <sup>2</sup>		
<b>Implication dans le développement durable</b>				
Bilan environnemental	<b>Bon</b>	100	13%	Châssis bois FSC
Réduction besoin eau	<b>Non</b>	0	0%	
Réduction bes.énergét.	<b>Oui</b>	100	13%	
Caractère innovant	<b>Convent.</b>	0	0%	
Visibilité par le public	<b>Visible</b>	100	4%	Panneau pédagogique
<b>Amélioration pour le PASS (finances, patrimoine, confort)</b>				
Temps de retour	<b>13 ans</b>	9	1%	Réduction consommation = 36 Mwh/an
Impact sur pérennité	<b>Nul</b>	0	0%	
Amélioration confort	<b>Significatif</b>	100	15%	Réduction des courants d'air froid
<b>Impact négatif des travaux sur la visite du PASS</b>				
Impact travaux	<b>Bon</b>	100	5%	Chantier < 1 mois
<b>Indice global de qualité</b>			<b>51%</b>	

## Actieplan en compromis tussen waarde en werkelijkheid van het PASS

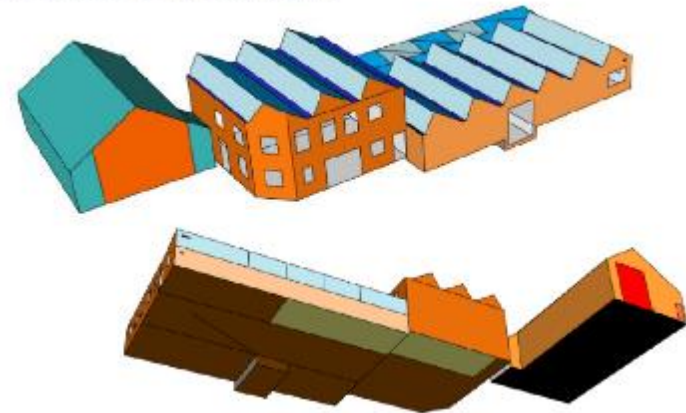
- ▶ Plan 1: De acties die het beste cijfer voor 'algemene kwaliteit' krijgen volgens de waardeschaal
- ▶ Plan 2: De meest rendabele acties om de efficiëntie van de virtueuze cirkel te maximaliseren
- ▶ Werkelijk plan: De acties rekening houdend met de managementeisen van het PASS (planning en lokalisatie van toekomstige tentoonstellingen, klachten van het personeel m.b.t. een gebrek aan comfort, eisen voortvloeiend uit overheidsbeslissingen,...)



## 1 - Gegevens van de werken

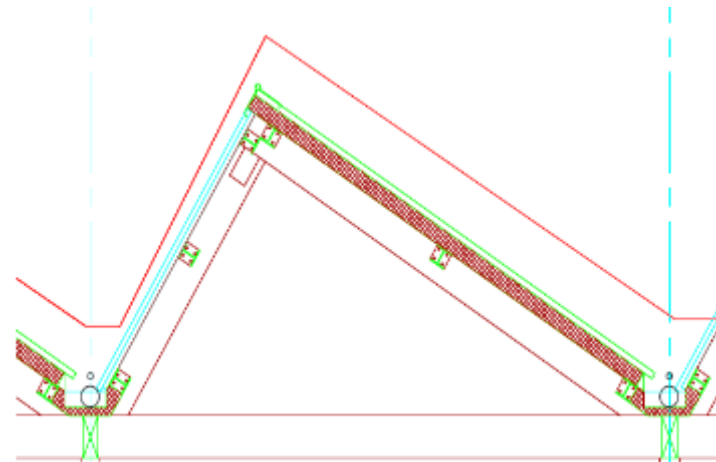
- ▶ Gering isolatievermogen van het dak en van de wand uit polycarbonaat:  $U = 2,23 \text{ W/m}^2\text{K}$
- ▶ Vertegenwoordigt: 30 % van de verliezen
- ▶ Luchtdichtheids- en geluidsproblemen

1.2. Répartition des déperditions thermiques



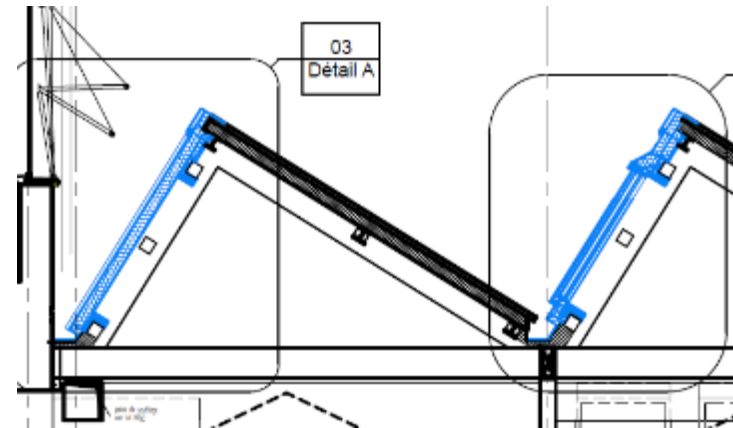
## 2 - Uitvoering

- ▶ Administratief: eenvoudige aangifte
- ▶ Gebruik van sandwichplaten van 160 mm dik,  $U < 0,149 \text{ W/m}^2\text{K}$
- ▶ Isolatie van de dakgoten
- ▶ Dakramen: drievoudige beglazing type 'lage energie' =  $U_g < 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$



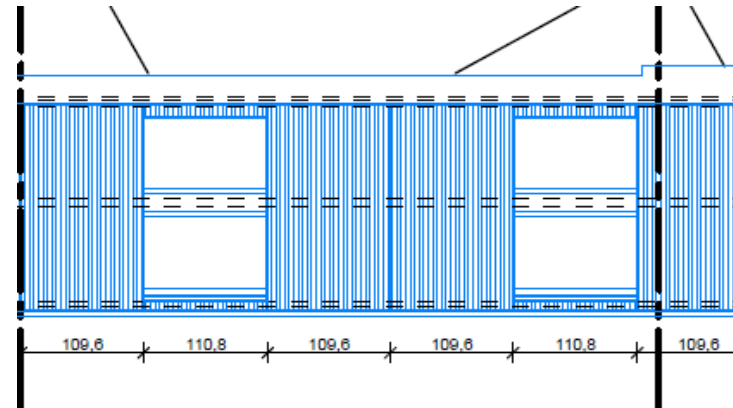
### 3 – Succes

- ▶ Gerespecteerde termijnen
- ▶ Verdwijnen van het gebrek aan comfort op thermisch en akoestisch vlak
- ▶ Daling van het verbruik = 71 MWh/jaar
- ▶ Gebruik van de dakramen voor free-cooling



### 4 – Moeilijkheden

- ▶ Verhuizing van het personeel en inrichting van tijdelijke kantoren in de ruimten van het PASS.
- ▶ Werken aan de ingang van de site, met visuele en geluidshinder voor de bezoekers.



## 1 - Gegevens van de werken

- ▶ Beschermd gebouw met drie niveaus, eenvoudige en compacte volumetrie.
- ▶ Niet-geïsoleerde buitenmuren: volle muren uit baksteen met betonstructuur  $U = 1,85 \text{ W/m}^2\text{K}$
- ▶ Tamen uit beton met enkele beglazing, zeer ongunstig:  $U = 9,70 \text{ W/m}^2\text{K}$
- ▶ Vertegenwoordigt: 86 % van de verliezen



## 2 - Uitvoering

- ▶ Administratief: derogatie van erfgoedcertificaat en geen SV
- ▶ Studie van het hygrometrische gedrag van de wanden en beperking van de isolatiedikte
- ▶ Goede milieubalans: structuur uit hout, Fermacell en steenwol
- ▶ en houten voorzetramen met dubbele beglazing

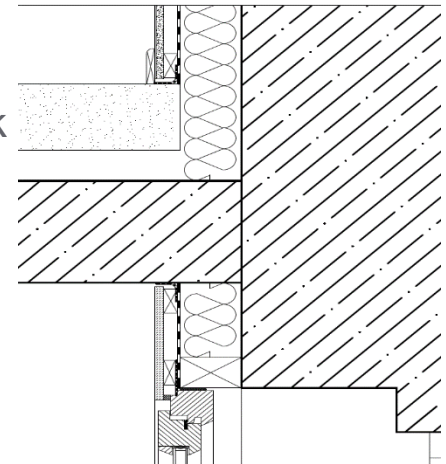


### 3 – Succes

- ▶ Gerespecteerde termijnen: begin november 2016 en feestelijke opening van de tentoonstelling met Pasen 2017.
- ▶ Daling van het energieverbruik met 230 MWh/jaar
- ▶ Terugverdientijd van 25 jaar
- ▶ Eliminering van de koudestraling en van de luchtdichtheidsproblemen
- ▶ Gebruik van de dakramen voor free-cooling

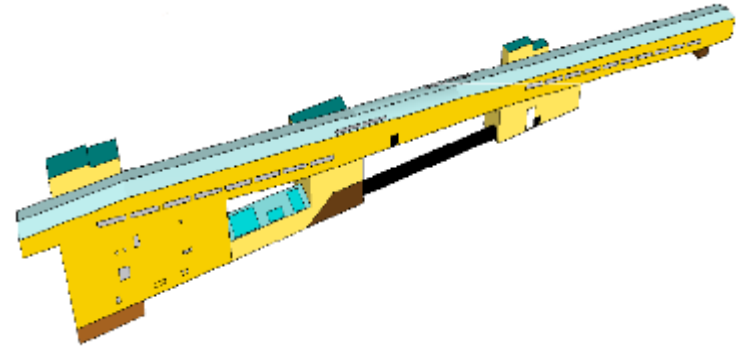
### 4 – Moeilijkheden

- ▶ Moeilijk ondernemingen te vinden om de werken uit te voeren
- ▶ Moeilijk de planning te respecteren, aaneenschakeling van de werken met de culturele programmering.
- ▶ Omdat de werkzone beperkt was, waren er geen problemen op het vlak van 'cohabitatie' met het publiek
- ▶ De aanpassing van de speciale technieken



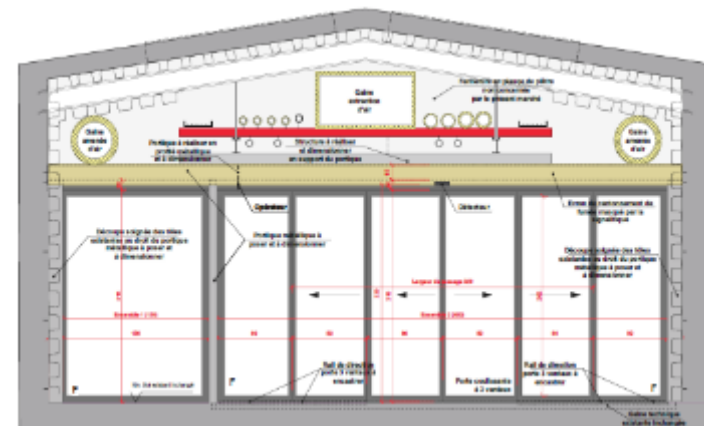
## 1 - Gegevens van de werken

- ▶ Problemen van de gebouwschil
  - Aanzienlijke koudebruggen (metalen balken, regenwaterpijpen, dakgoten)
  - Grote gebreken op het vlak van de luchtdichtheid, met name op het niveau van ramen en deuren.
  - Waterpenetratie: gebreken op het vlak van de waterdichtheid
  - Te performant om de algemene vernieuwing van de isolatie rendabel te maken
  - Tunnel: helemaal geen isolatie
  - Het gebrek aan thermisch comfort in het hellende gebouw: luchtverplaatsing en stratificatie



## 2 - Uitvoering

- ▶ Oplossingen aangeraden voor twee gelijkaardige problemen:
  - Thermische compartimentering van de passerelle
  - Beglaasde wand met gemotoriseerd openend deel
  - Isolatie van de tunnel langs de buitenzijde
  - Aggregaat van schuimglas + aanvullingen



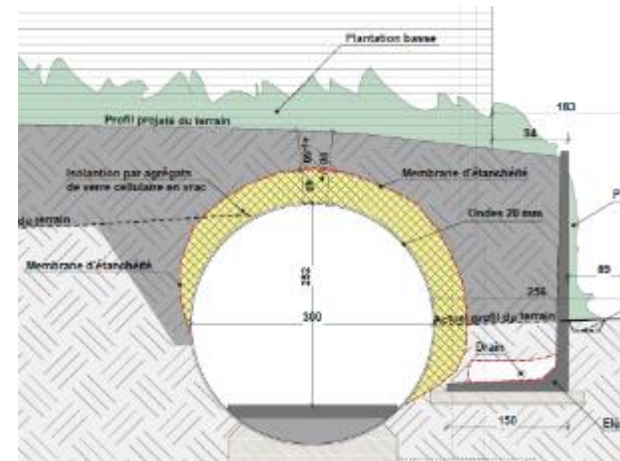
### 3 – Succes

- ▶ Compartimentering van de passerelle: voorzien voor januari 2019
  - Daling van het verbruik = 52 MWh/jaar
  - Reductie van de koudeluchtstromen en van de stratificatieproblemen
  - Terugverdientijd van 11 jaar
- ▶ Isolatie van de tunnel uitgevoerd in mei 2018
  - Daling van het verbruik = 36 MWh/jaar
  - Reductie van de koudeluchtstromen
  - Terugverdientijd van 13 jaar



### 4 – Moeilijkheden

- ▶ Noodzaak af te wijken van het politiebepaald; de validatie van het principe vergde 6 maanden
- ▶ De werken kunnen slechts worden uitgevoerd tijdens de sluitingsperiodes
- ▶ Problemen om ondernemingen te vinden om de werken uit te voeren





## 1 – Gegevens van de werken en uitvoering

- ▶ Gebouw uit 2003 bestemd voor tentoonstellingen, animatieateliers, kantoren en technische werkplaatsen.
- ▶ 3 niet-geïsoleerde sectionaalpoorten:
  - 4 % van de oppervlakte van het gebouw
  - 29 % van de verliezen
- ▶ Oplossing
  - Afschaffen van de 3 poorten
  - Houtstructuur + cellulose



## 2 – Succes

- ▶ Daling van het verbruik met 67 MWh/jaar
- ▶ Reductie van de koudeluchtstromen
- ▶ Terugverdientijd: 10 jaar

## 3 – Moeilijkheden

- ▶ Noodzaak de werken uit te voeren tijdens de sluitingsperiodes
- ▶ Verplichte stedenbouwkundige vergunning (architect en mutualisering van projecten)



## 1 - Gegevens van de werken

- ▶ Volledige HVAC-audit van regelingsorganen, warmteproductie, -distributie en -afgifte
- ▶ 73 verbeteringspistes in totaal

## 2 - Uitvoering

- ▶ Onder de 17 acties m.b.t. de regeling:
  - Verwarmingscurve van de verwarmingsketels
  - Vervanging en toevoeging van sensors
  - Herziening van de programmering
  - Terugverdientijd < 3 jaar en algemene beoordeling > 50
  - Daling van het verbruik geraamd op 400 MWh/jaar, d.w.z. 11 % van het jaarverbruik

## 3 – Moeilijkheden

- ▶ Twee types regeling op de site (Johnson Control en Sauter)
- ▶ Een toezichttool
- ▶ Moeilijkheden bij het beheer van de bedrijven (voor de regeling) m.b.t. de termijnen.



## 1 - Gegevens van de werken

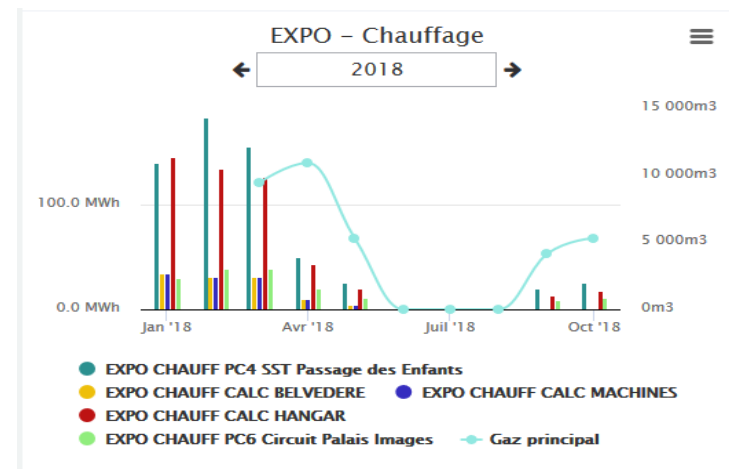
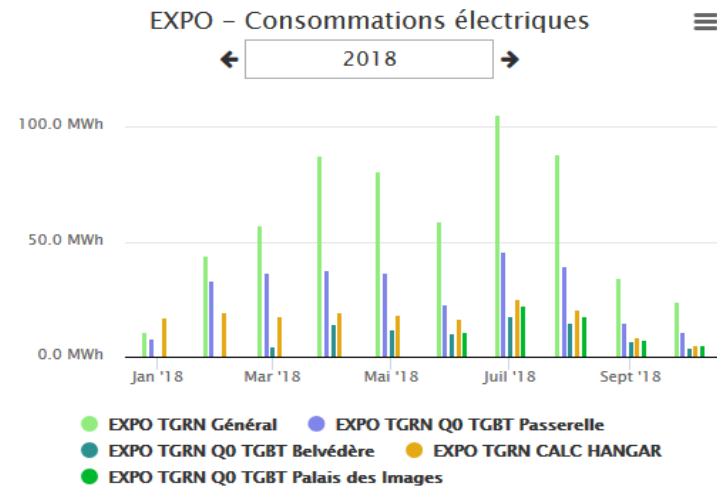
- ▶ Prioritaire verbeteringspiste:
- ▶ Monitoren van de verwarmings-, koelings- en elektriciteitskringen;
- ▶ Energiebesparingen tussen 5 % en 15 % verbonden aan een betere kennis van het verbruik van een gebouw;
- ▶ Nauwkeurig meten van de behoeften van het PASS en nauwkeurig dimensioneren van de verschillende uitrustingen;
- ▶ Belichten van de structurele werkingsproblemen;
- ▶ Alarmen voor de detectie van meer plaatselijke werkingsproblemen;
- ▶ Valideren van de andere verbeteringspistes en nauwkeurig meten van de energiewinsten

## 2 – Succes

- ▶ De werken hadden geen impact op de werking van de site.
- ▶ De gebruikte draadloze technologie is aangepast aan het PASS.
- ▶ 15 meetpunten op het verwarmingsnet
- ▶ 22 meetpunten op het elektriciteitsnet (waarvan 10 voor HVAC )
- ▶ Platform toegankelijk via het net

## 3 – Moeilijkheden

- ▶ Problemen op het vlak van termijnen en betrouwbaarheid.



### Methode van de audit:

- ▶ Referenties per kring van elke verlichtingsinrichting (met vermelding van vermogen, dagelijkse gebruiksduur, verbruik per dag en per jaar, en jaarlijkse kosten);
- ▶ Realisatie van een simulatie via Dialux voor de belangrijke vervangingen

### 3 investeringsassen:

- ▶ De weinig performante verlichtingsinrichtingen:
  - Vervanging door LED-verlichting met helderheidssensor;
  - Jaarlijkse besparing 30 MWh: terugverdientijd < 10 jaar.
- ▶ De permanent brandende performante inrichtingen:
  - Plaatsing van een aanwezigheidsdetectiesysteem;
  - Overwogen ruimten: wc's, dienstgang en trappenhuis van de vluchtweg.
  - Jaarlijkse besparing 30 Mwh en terugverdientijd < 5 jaar.

### Klassieke scenografische schijnwerpers:

- ▶ Vervanging door LED-verlichting;
- ▶ Jaarlijkse besparing 70 MWh en terugverdientijd < 10 jaar.

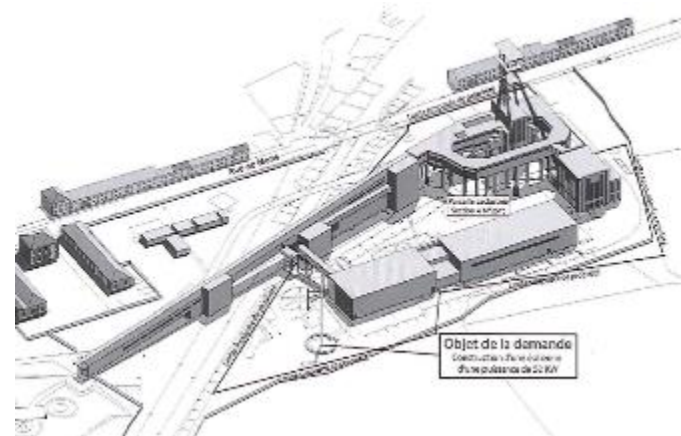
### Doelstelling voor medio 2019:

- ▶ Daling van het elektriciteitsverbruik verbonden aan de verlichting met 50 %
- ▶ Dit is 15 % van het jaarlijkse elektriciteitsverbruik van het PASS.



### 1 - Gegevens van de werken

- ▶ Goed windturbinepotentieel: samengevatte windstudie + oriëntatie
- ▶ Identificatie van de zone en van het vermogen:
  - voldoende afstand tot woningen
  - ideale centrale positie vanuit pedagogisch standpunt
  - hoogte van 30 m om turbulenties op het niveau van de gebouwen te vermijden
  - gemiddelde snelheid van 4,5 m/s
  - vermogen van minder dan 100 kW (vereenvoudiging van vergunningsprocedure en 'eigengebruik' voorzien);
- ▶ Keuze van Fairwind met verticale as van 50 kW



### 2 – Succes

- ▶ Naleving van de termijnen (feest van de duurzame ontwikkeling)
- ▶ Contractuele verbintenis m.b.t. de productie en beschikbaarheidstijd: 75 MWh/jaar, of 10 % van het verbruik
- ▶ Terugverdientijd van 15 jaar, innoverend en zichtbaar.

### 3 – Moeilijkheden

- ▶ Verkrijgen van de vergunning
- ▶ Verkrijgen van de AREI-certificering en van de toestemming tot indienstelling door de DNB.
- ▶ Verkrijgen van monitoring met productiehistoriek



## 1 - Gegevens van de werken

- ▶ PASS is uitsluitend aangesloten op het leidingwaternet.
- ▶ Gemiddeld jaarverbruik van 1100 m<sup>3</sup>;
- ▶ Directe link tussen verbruik en het aantal bezoekers;
- ▶ Zeer groot deel verbonden aan het gebruik van de sanitaire voorzieningen door de bezoekers;
- ▶ Zeer relevante, zichtbare en symbolische actie;
- ▶ Dimensionering gebaseerd op 500 bezoekers dagelijks + de 40 personen die bij het PASS werken

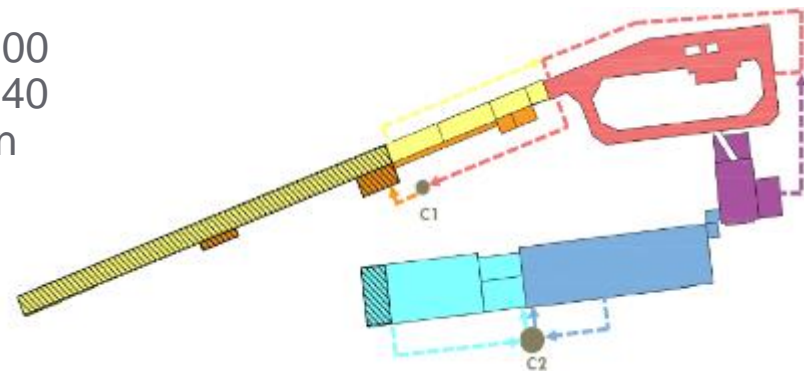
⇒ **Terugverdientijd  
geraamd op 15 jaar**

## 2 – Moeilijkheden

- ▶ Aanpassingen van de sanitaire installaties

%	Passerelle	Belvédère	Salle des machines	Hangar	Palais des images
WC/urinoirs	25%	8%	0%	35%	31%
% Surfaces	10%	28%	11%	30%	21%

	% Surfaces		%WC/urinoirs	
Passerelle				Passerelle
Belvédère	49%	CITERNE 1 10 m <sup>3</sup>	25%	
Salle des machines				
Hangar	51%	CITERNE 2 30 m <sup>3</sup>	67%	Hangar
Palais des images				Palais des images





- ▶ De subsidie was een enorme stimulans voor de DO-aanpak van het PASS
- ▶ Een grondige studie van de vereiste administratieve stappen is noodzakelijk (vergunning, aangiften, erfgoedcertificaat, vrijstelling van certificaat, enz.)
- ▶ Veilig spelen m.b.t. termijnen en budgettaire ramingen
- ▶ Een grondige studie van de behoeften m.b.t. de vereiste diensten is noodzakelijk: studiebureau, architect ingeschreven bij de orde
- ▶ Snelle implementatie van een tool voor de meting van de ondernomen acties voor de validering van de te ondernemen acties en de communicatie met leidende instanties te ondersteunen



**Christophe LASNIER**

Technisch directeur

Parc d'Aventures Scientifiques

 + 32 497 97 34 65

 [lasnier@pass.be](mailto:lasnier@pass.be)



**BEDANKT VOOR UW AANDACHT**

