

# La gestion des halocarbures au Québec

10 mars 2022

L'Accélérateur  
de transition



The Transition  
Accelerator



INSTITUT  
DE L'ÉNERGIE  
**TROTTIER**

# Rapport sur la gestion des halocarbures

Le rapport complet  
est disponible ici

<https://iet.polymtl.ca/publications/rapport-gestion-halocarbures-quebec/>

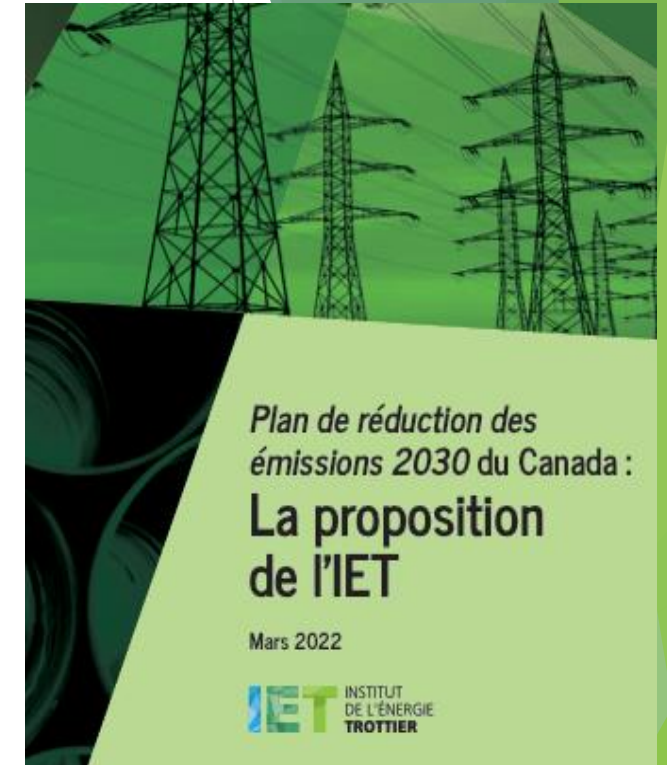


## Institut de l'énergie Trottier

### Mission :

- ▶ La **formation** d'une nouvelle génération d'ingénieurs, scientifiques et innovateurs avec une compréhension systémique et transdisciplinaire des enjeux énergétiques;
- ▶ La **recherche** de solutions durables pour notre futur énergétique et l'appui à l'innovation dans le secteur de l'énergie de manière à faire face aux défis des décennies à venir;
- ▶ La **diffusion** des connaissances reliées à l'énergie pour ainsi alimenter le dialogue sociétal sur les questions énergétiques.

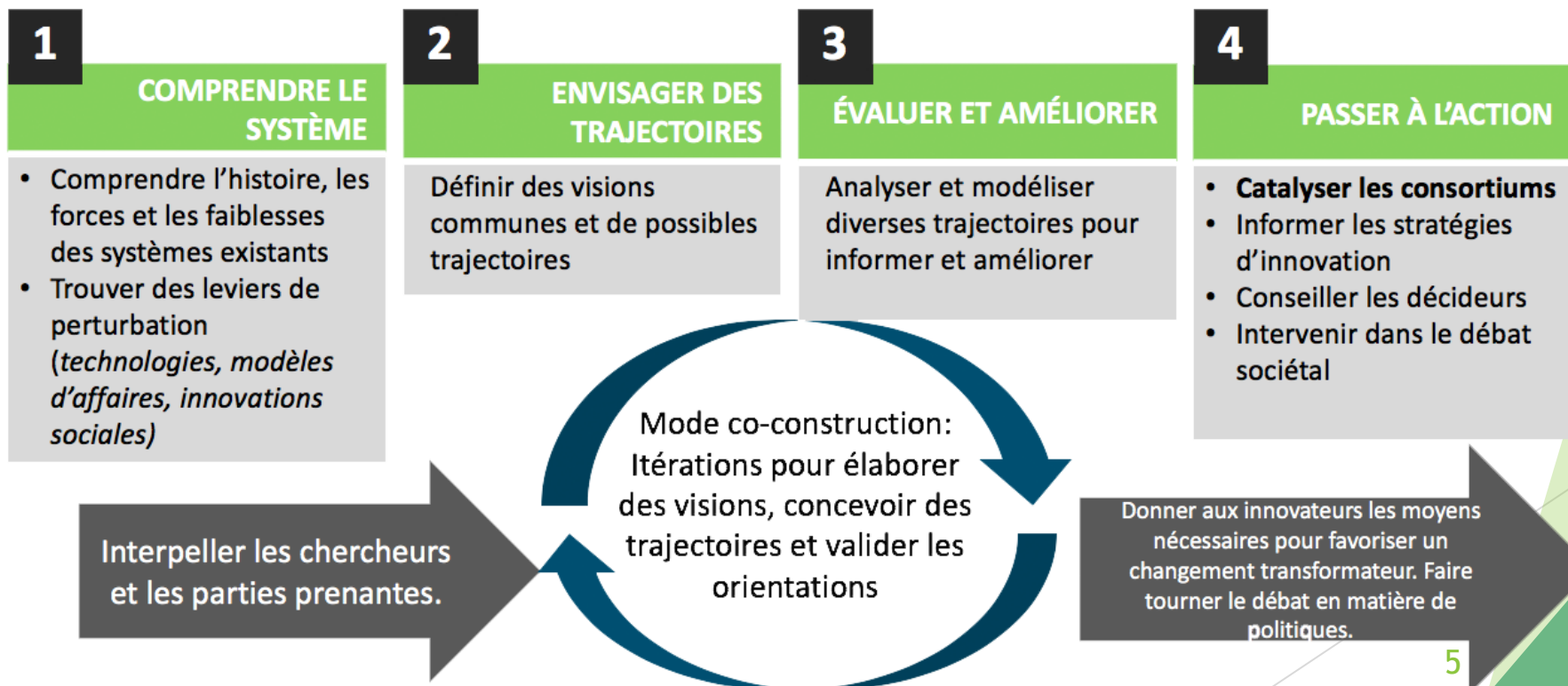
# Institut de l'énergie Trottier



<https://iet.polymtl.ca/publications/>



# L'Accélérateur de transition





# Projet AZETEC



## Transformation du transport lourd en Alberta :

- ▶ Projet pilote sur des camions à hydrogène en Alberta (16,5 M\$)
- ▶ Consortium avec 12 parties prenantes dont le secteur du camionnage et le secteur de l'énergie
- ▶ Deux camions de 64 tonnes (autonomie de 700 km) entre Calgary et Edmonton financés par l'association du camionnage et le gouvernement albertain
- ▶ Camions transformés par Dana, à Montréal

Développement filière de production d'hydrogène bleu en Alberta





EDMONTON REGION

# Hydrogen HUB

Fondé par un regroupement de dirigeants gouvernementaux, autochtones, universitaires et de développement économique pour créer l'économie de l'hydrogène de la région d'Edmonton et assurer la compétitivité économique à long terme alors que le monde évolue vers un avenir à bas carbone pour lutter contre les changements climatiques.

Plus de 25 projets liés à la production, au transport et à l'utilisation finale de l'hydrogène, ainsi qu'au captage et au stockage du carbone, le HUB mettra la région d'Edmonton sur la voie de la neutralité carbone et contribuera à créer un avenir pour l'industrie de l'énergie.

Mais surtout, le CARREFOUR de l'hydrogène de la région d'Edmonton servira de modèle pour la façon dont d'autres régions du pays peuvent également tirer parti de l'occasion de l'hydrogène et unir leurs forces pour bâtir une économie de l'hydrogène forte à l'échelle du Canada.



# accélérer

L'Alliance canadienne de la chaîne  
d'approvisionnement des VZE

Plus de 20 acteurs clés du secteur canadien des véhicules zéro émission (VZÉ) ont lancé Accélérer, la première alliance de la chaîne d'approvisionnement des VZÉ au Canada. Accélérer constituera un forum permettant aux membres de collaborer, d'élaborer des stratégies et de défendre les priorités afin de soutenir le développement accéléré d'une chaîne d'approvisionnement de VZÉ au Canada.

L'industrie de l'automobile connaît actuellement son plus grand bouleversement depuis l'invention du moteur à combustion interne. Sous l'impulsion de l'effort mondial en faveur de l'objectif « zéro émission », la transition vers les VZÉ s'accélère. C'est ce que démontrent les objectifs de vente agressifs de VZÉ et la réglementation adoptée dans diverses juridictions autour du monde.

La mission d'Accélérer consiste à veiller à ce que le Canada tire parti de cette occasion.



# Les halocarbures

- ▶ Gaz principalement utilisés comme
  - ▶ Réfrigérant dans les pompes à chaleur et les appareils de réfrigération et climatisation.
  - ▶ Agent de gonflement pour des mousses plastiques, notamment utilisées comme isolant dans les réfrigérateurs
- ▶ Gaz très stable et sans risque direct pour l'homme. Ils ont remplacé les hydrocarbures, l'ammoniac et le CO<sub>2</sub> dans les années 30 car il n'y avait pas de risque d'explosion.
- ▶ Trois principales familles :
  - ▶ CFC : chlorofluorocarbure
  - ▶ HCFC : hydrochlorofluorocarbure
  - ▶ HFC : Hydrofluorocarbure

# Principales familles d'halocarbures

Impacts	CFC	HCFC	HFC
Impact sur la couche d'ozone	Très important	Environ 20 fois plus faible que les CFC	Aucun
Impact sur le réchauffement climatique (PRG)	Entre 5 000 et 11 000 $\text{PRG}_{\text{R12}} = 10\,900$	Entre 100 et 2 300 $\text{PRG}_{\text{R22}} = 1\,810$	Entre 100 et 14 800 $\text{PRG}_{\text{R134a}} = 1\,430$ $\text{PRG}_{\text{R410a}} = 2\,088$

PRG = Potentiel de réchauffement global

$\text{PRG}_x = 20 \rightarrow$  Émettre 1kg de x a le même impact sur le réchauffement climatique qu'émettre 20kg de  $\text{CO}_2$

# Règlementation sur les halocarbures

## ▶ Historique

- ▶ Années 70 : les CFC détruisent la couche d'ozone
- ▶ 1987 : protocole de Montréal pour encadrer les CFC et HCFC
- ▶ 2015 : Amendement de Kigali pour inclure impact sur le réchauffement climatique

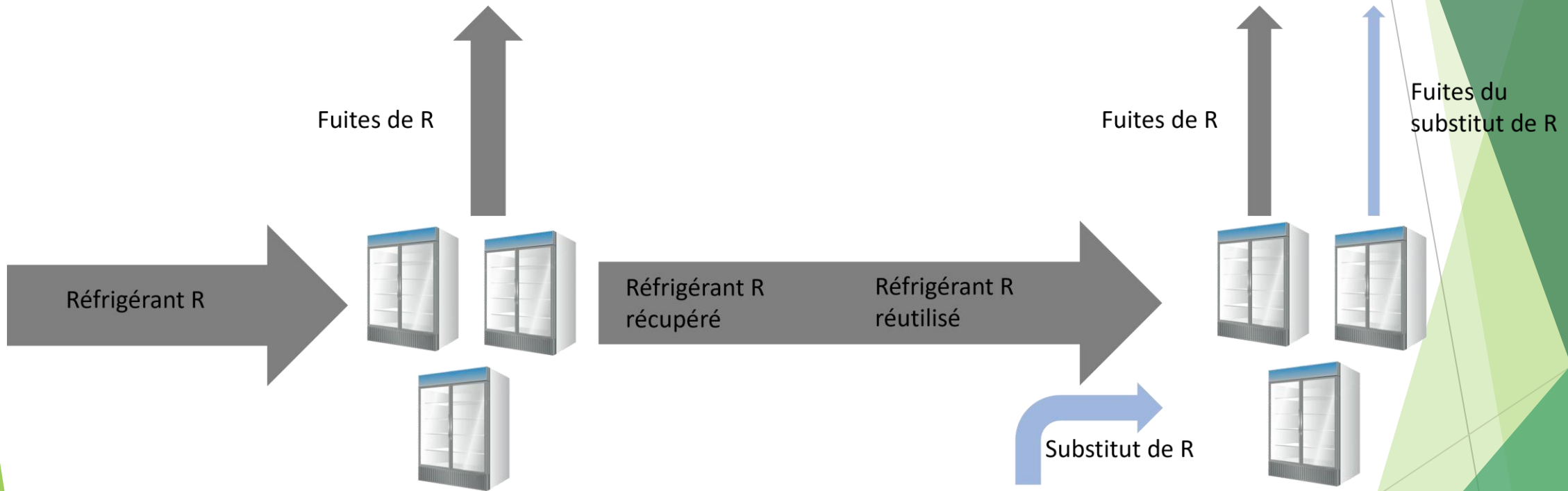
## ▶ Règlementation sur les halocarbures

- ▶ Interdiction de rejeter un halocarbure dans l'atmosphère (sauf en cas de fuite). Les gaz doivent être récupérés par des entreprises spécialisées qui peuvent ensuite, soit les détruire, soit les réutiliser
- ▶ Appareils >20 kW → Obligation test d'étanchéité tous les ans
- ▶ Limites de PRG pour les nouveaux appareils

# Règlementation

- ▶ Concernant les CFC
  - ▶ 2013 : interdiction de remplir un appareil avec un CFC
  - ▶ 2020 : interdiction de faire fonctionner un appareil fonctionnant avec un CFC
- ▶ Concernant les HCFC
  - ▶ 2020 : interdiction de produire ou importer des HCFC
  - ▶ 2020 : interdiction de fabriquer, vendre ou installer un appareil fonctionnant avec un HCFC
- ▶ Écofrais perçu au niveau fédéral à l'achat d'un halocarbure pour commercial ou industriel pour financer sa destruction

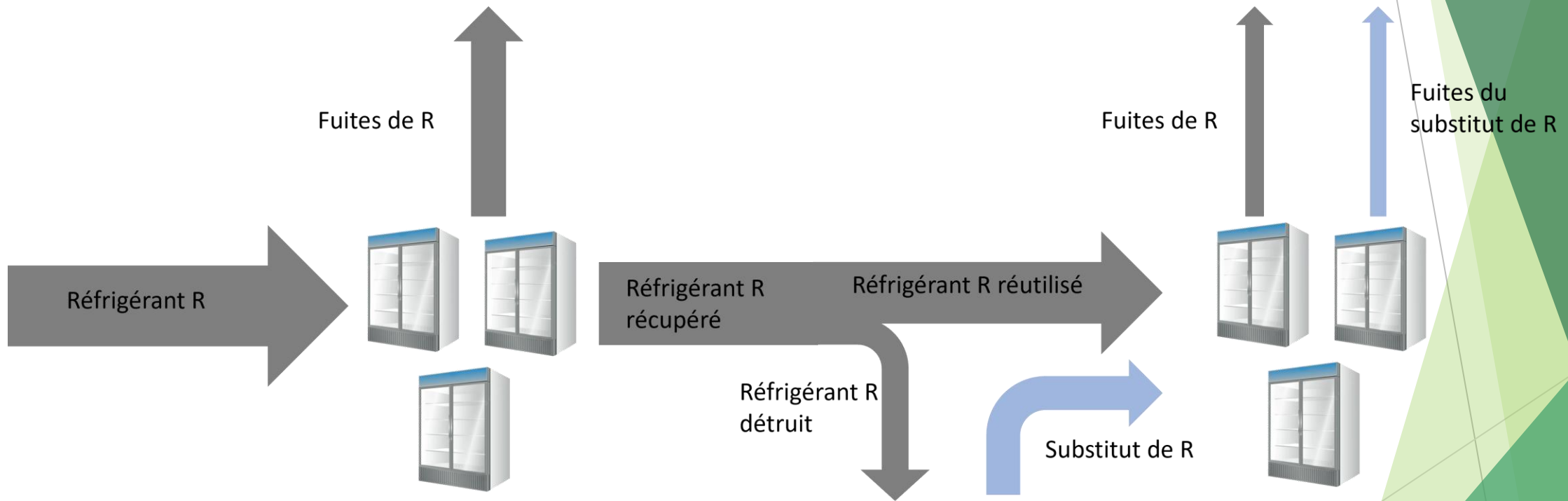
# Scénario où l'intégralité du réfrigérant récupéré est réutilisé



Scénario où production et importation du réfrigérant interdite

Dans ce scénario, il n'y a aucune destruction de réfrigérant

# Scénario où une le réfrigérant est détruit en partie



La destruction accélère la transition vers le substitut

Si le substitut a un impact plus faible, des émissions sont évitées grâce à la destruction d'halocarbure



# Marché du carbone au Québec

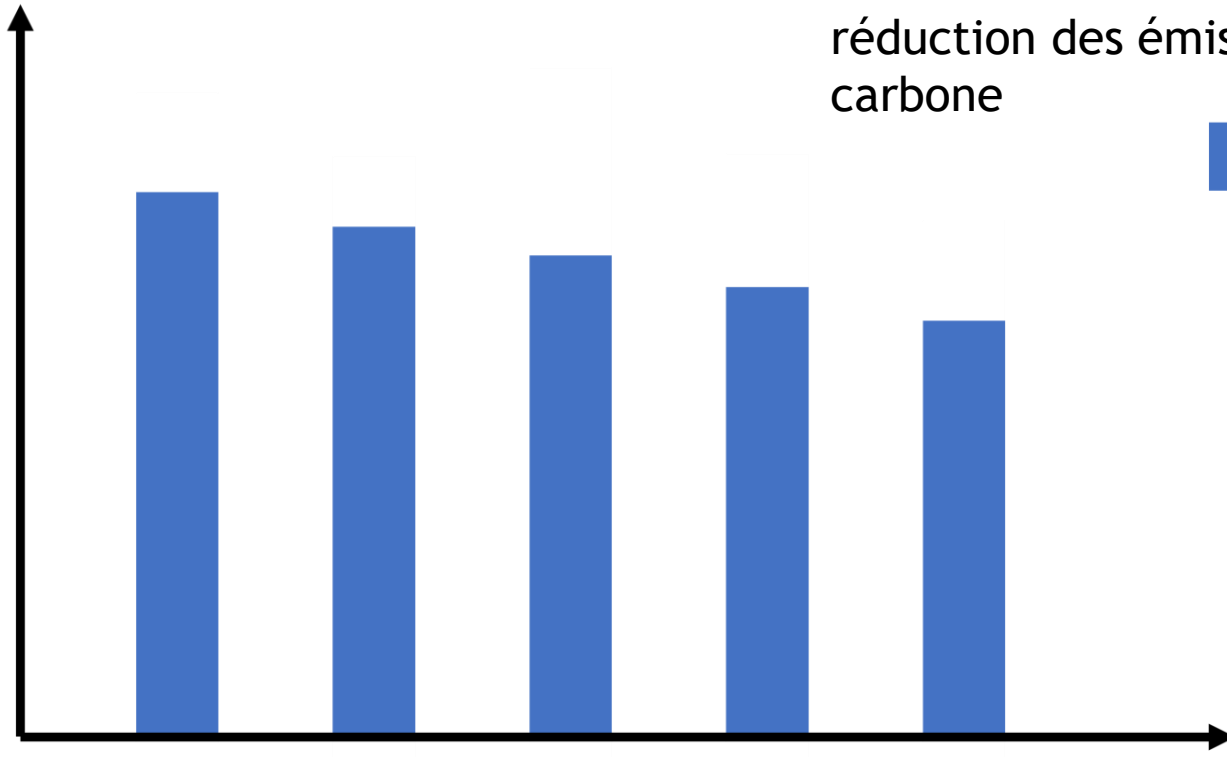
- ▶ Mécanisme de plafonnement des émissions de GES des plus importants émetteurs au Québec créé en 2013. Depuis 2014, relié au marché du carbone en Californie qui fonctionne de la même manière.
- ▶ Entreprises prenant part au marché du carbone, représentant 80 % des émissions de GES au Québec
  - ▶ Entreprises émettant plus de 25 000 t eq.CO<sub>2</sub> par an

# Marché du carbone au Québec

- ▶ Les entreprises doivent dépenser un droit à émettre pour chaque t eq.CO<sub>2</sub> émis.
- ▶ Plusieurs solutions existent pour acquérir ces droits à émettre
  - ▶ Certaines entreprises reçoivent des droits à émettre tous les ans mais leur quantité décroît
  - ▶ Le gouvernement en met en vente aux enchères mais la quantité mise en vente décroît
  - ▶ Les entreprises peuvent s'acheter et se vendre des droits à émettre entre elles

# Marché du carbone au Québec

Émissions de GES du marché du carbone



Le nombre de droit à émettre délivré par le MELCC est décroissant, ce qui assure la réduction des émissions de GES du marché du carbone

■ Droits à émettre donnés ou vendus par le MELCC

Temps

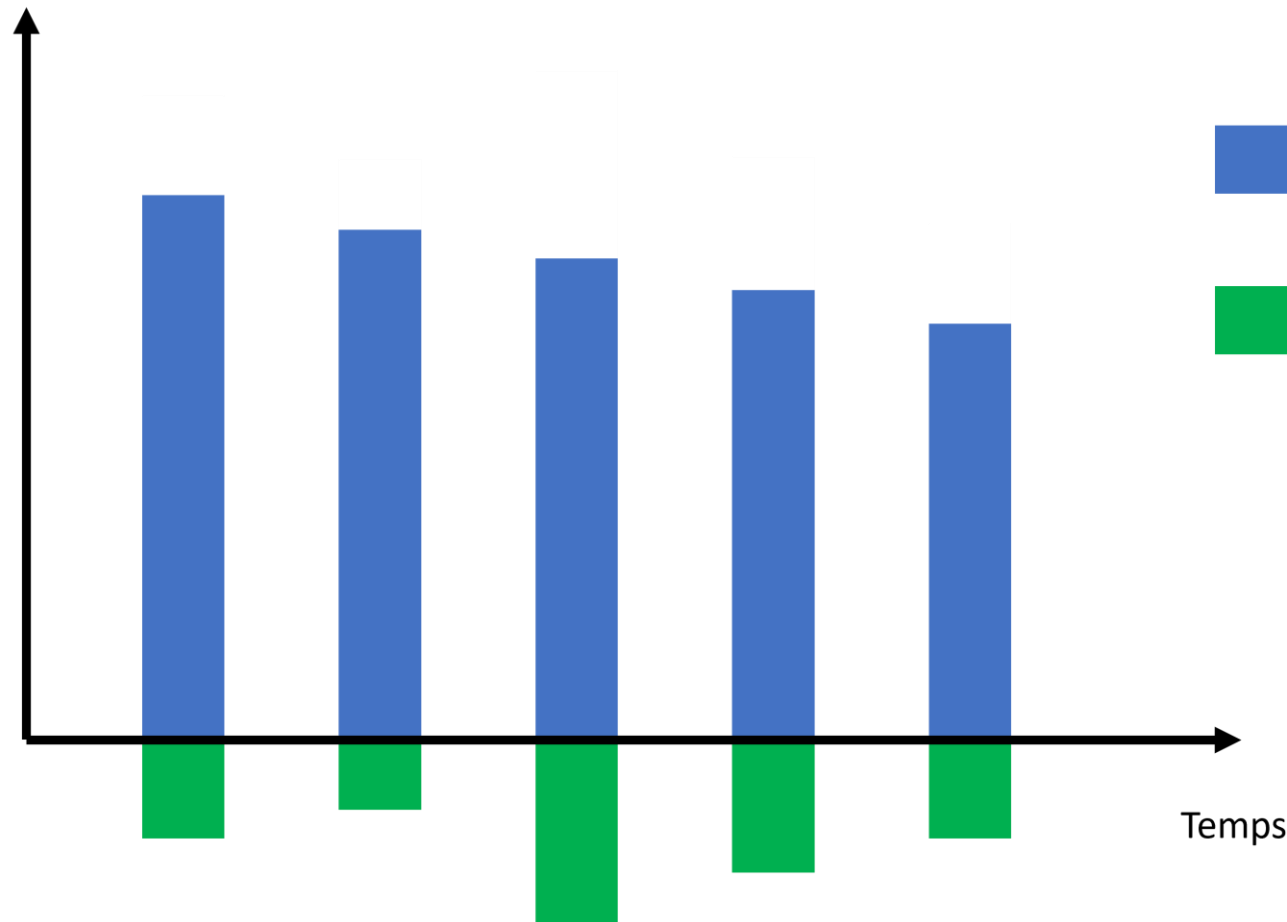
# Marché du carbone au Québec

- ▶ Les entreprises doivent dépenser un droit à émettre pour chaque t eq.CO<sub>2</sub> émis.
- ▶ Plusieurs solutions existent pour acquérir ces droits à émettre
  - ▶ Certaines entreprises reçoivent des droits à émettre tous les ans mais leur quantité décroît
  - ▶ Le gouvernement en met en vente aux enchères mais la quantité mise en vente décroît
  - ▶ Les entreprises peuvent s'acheter et se vendre des droits à émettre entre elles
  - ▶ Les entreprises peuvent acheter des crédits compensatoires qui correspondent à des émissions de GES évitées par les actions d'entreprises en dehors du marché du carbone.

# Marché du carbone au Québec

Émissions de GES du marché du carbone

La destruction permet d'éviter des émissions en dehors des frontières du marché du carbone



Temps

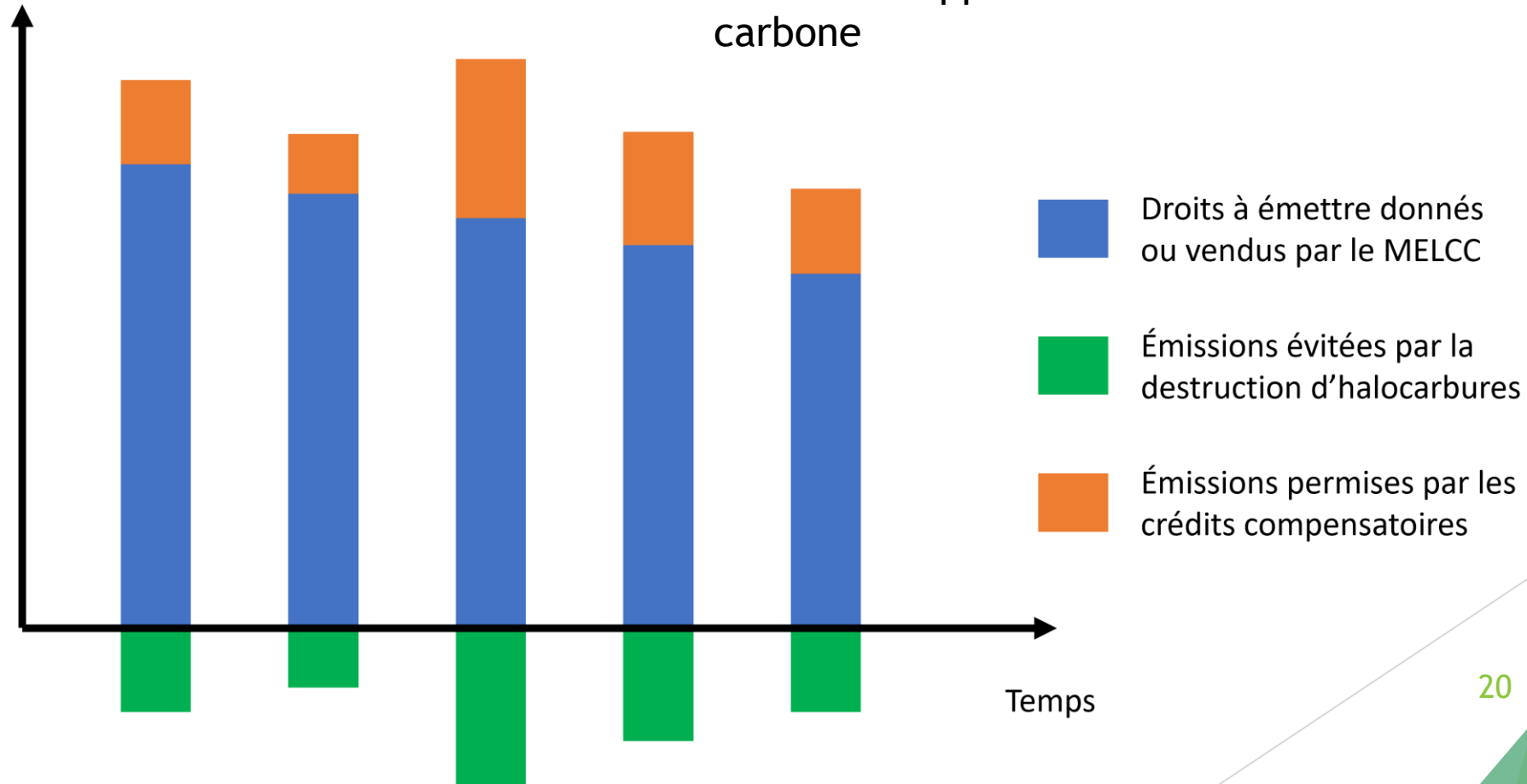
■ Droits à émettre donnés ou vendus par le MELCC

■ Émissions évitées par la destruction d'halocarbures

# Marché du carbone au Québec

Émissions de GES du marché du carbone

Les crédits compensatoires permettent des émissions supplémentaires dans le marché du carbone

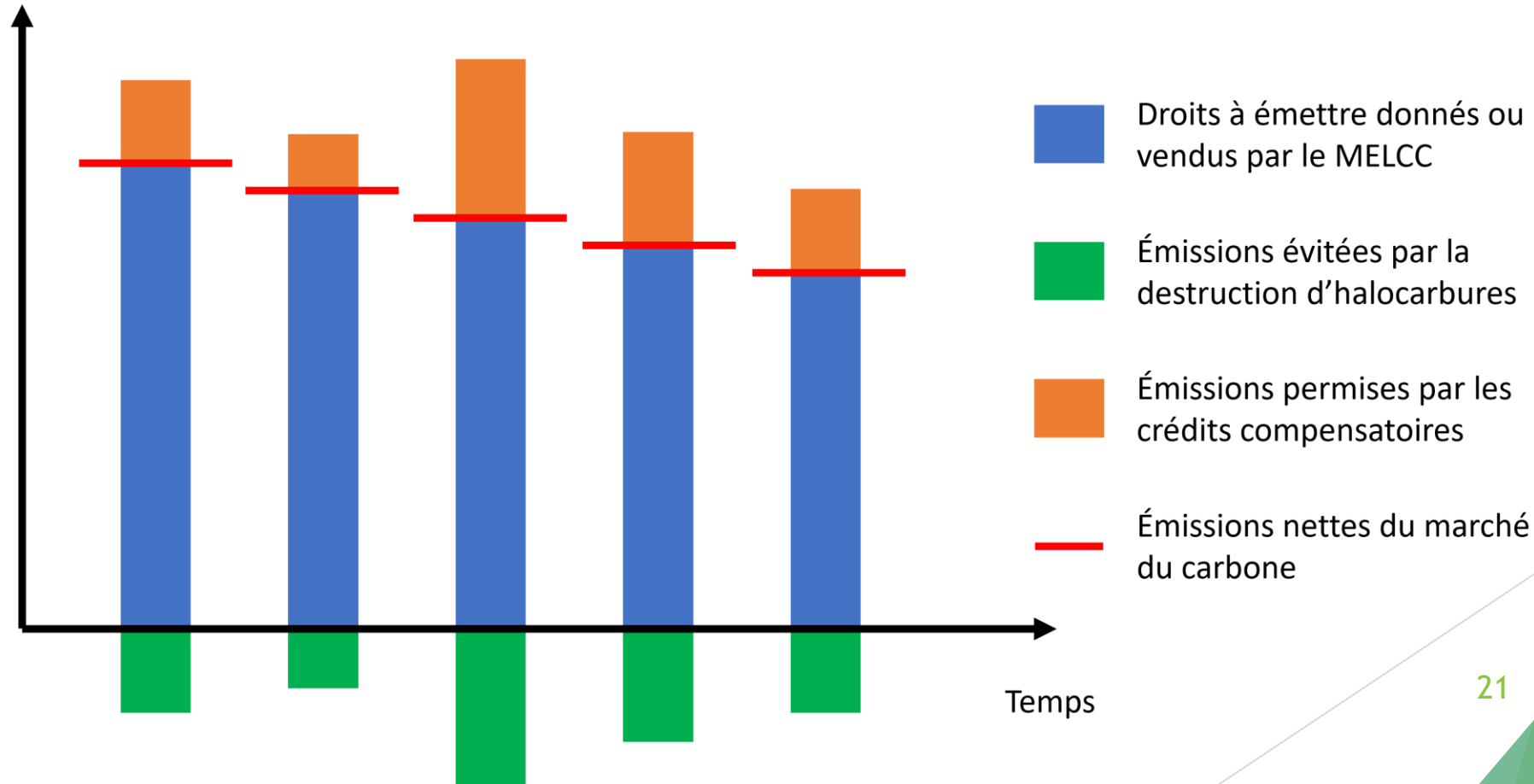




# Marché du carbone au Québec

Émissions de GES du marché du carbone

Les émissions nettes du marché du carbone sont ainsi assurées d'être décroissantes



# Crédits carbone associés à la destruction des halocarbures

- ▶ Principe pour les mousses : pas d'obligation à récupérer et détruire les halocarbures
- ▶ Principe pour les réfrigérants : détruire un halocarbure évite les fuites pendant 10 ans
- ▶ Halocarbures concernés à ce jour
  - ▶ Réfrigérants : CFC et HCFC-22 (ou R-22)
  - ▶ Mousses : certains CFC, HCFC et HFC

# Calcul des émissions évitées

$$E_{\text{évitées}} = Q_i (F e_i \text{PRG}_i - F_{\text{sub}_i}) - E_{TD}$$

Quantité  
d'halocarbure



Taux de fuite  
sur 10 ans



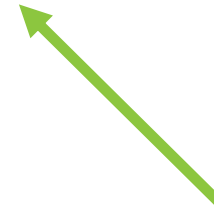
PRG de  
l'halocarbure



Émissions des  
substituts



Émissions du  
transport et de la  
destruction



# Calcul des émissions évitées

$$E_{\text{évitées}} = Q_i (Fe_i PRG_i - F_{\text{sub}_i}) - E_{TD}$$

Type d'halocarbure	Facteur d'émission des halocarbures utilisés ou destinés à être utilisés en tant que réfrigérant ( $FE_{R,i}$ )
CFC-11	0,89
CFC-12	0,95
CFC-13	0,61
CFC-113	0,89
CFC-114	0,78
CFC-115	0,61
HCFC-22	0,72

Halocarbure utilisé ou destiné à être utilisé en tant que réfrigérant	Facteur d'émission des réfrigérants substitués ( $FES_{R,i}$ )
CFC-11	223
CFC-12	686
CFC-13	7144
CFC-113	220
CFC-114	659
CFC-115	1 139
HCFC-22	389

# Calcul des émissions évitées

$$E_{\text{évitées}} = Q_i (F e_i P R G_i - F_{\text{sub}i}) - E_{TD}$$

Halocarbure utilisé ou destiné à être utilisé en tant que réfrigérant	Facteur d'émission des réfrigérants substitués ( $FES_{R,i}$ )
CFC-11	223
CFC-12	686
CFC-13	7144
CFC-113	220
CFC-114	659
CFC-115	1 139
HCFC-22	389

Table D.4. Calculation of Substitute Emissions for CFC-12

Application	CFC-12 Market Share of Recharge	ODS Substitute	Market Share Relative to Subsector (by weight)	Overall CFC-12 Market Share	GWP (CO <sub>2</sub> e)	Relative Charge Size (lb Sub/lb ODS)	Sub Used to Replace One lb CFC-12 (lbs)	Loss Rate of Sub (%/yr)	10-year lbCO <sub>2</sub> e/ODS Destroyed
Mobile	50%	HFC-134a	100%	50%	1300	.74	0.370	18%	415
Large Refrigeration	33%	HCFC-123	14%	8%	90	0.88	0.068	4%	1
		HFC-134a	34%	20%	1300	1.4	0.278	4%	73
		R-404A	36%	3%	2028	0.78	0.026	11%	130
		R-410A	1%	1%	1725	0.88	0.005	5%	2
Large AC	17%	R-507A	16%	1%	3300	0.78	0.008	12%	95
		HCFC-123	19%	2%	90	0.88	0.014	1%	0
		HFC-134a	78%	14%	1300	1.4	0.196	3%	59
		R-407C	3%	2%	1526	0.76	0.012	2%	1
		R-410A	1%	0%	1725	0.76	0.003	1%	0

CFC-Sub Emissions (lbCO<sub>2</sub>e/lbODS destroyed)

777

Note : les données ne sont pas exactement les mêmes en Californie par rapport au Québec ce qui explique la différence de valeurs

# Les projets de destruction au Québec

- ▶ 4 projets validés entre 2015 et 2020
- ▶ Crédits attribués
  - ▶ 455 000 pour réfrigérants
  - ▶ 124 000 pour agent de gonflement
- ▶ Tous les projets concernent la destruction de CFC-11 ou CFC-12, principalement pour de l'électroménager.
- ▶ Californie : 24 000 000 crédits attribués



# Problèmes relevés

1. Zone géographique de récupération des halocarbures
  2. Destruction des CFC
  3. Calcul des émissions évitées
  4. Impact réel du marché du carbone
  5. Gestion plus large des émissions liées aux halocarbures
- Note : l'analyse est réalisée en supposant que le règlement sur les halocarbures est appliqué et respecté

# Problèmes relevés

## 1 - La zone de récupération des halocarbures

- ▶ Les halocarbures peuvent avoir été récupérés n'importe où au Canada
- ▶ La destruction d'un halocarbure provenant d'une province autre que la Québec n'a aucun impact sur les émissions de GES du Québec
- ▶ Cela fausse le bilan des émissions de GES au Québec

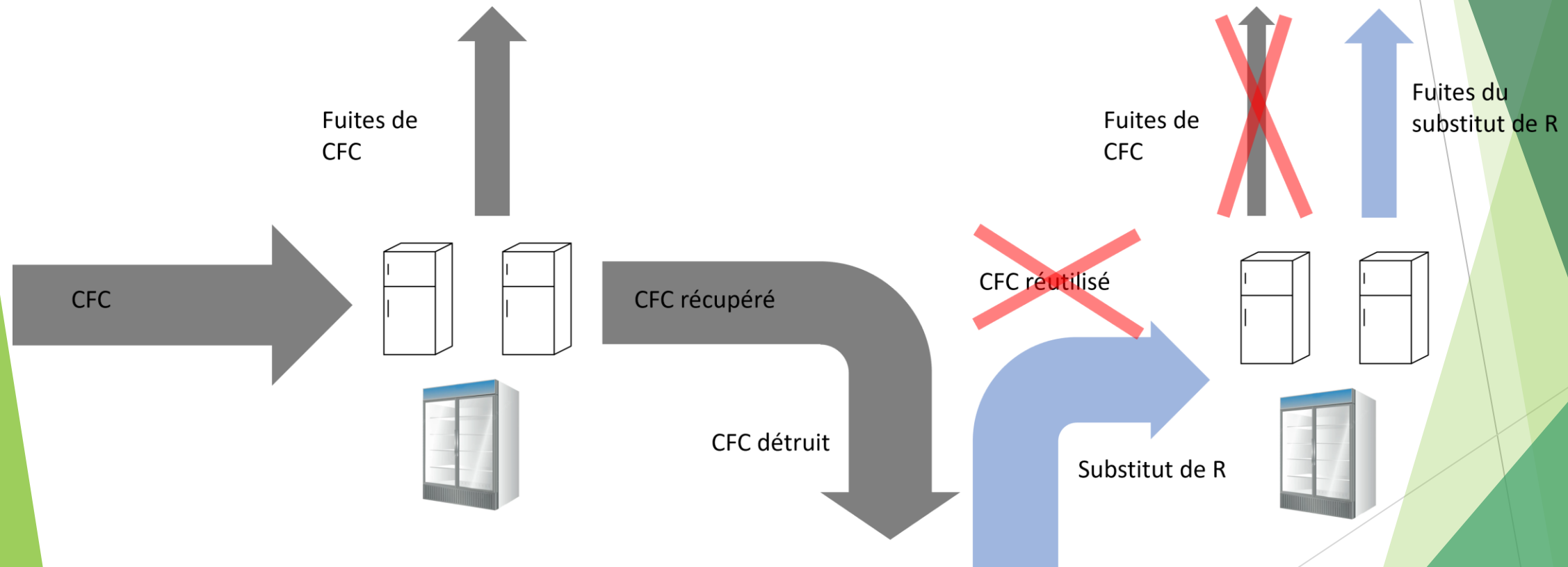
# Problèmes relevés

## 2 - La destruction des CFC

- ▶ Depuis 2013, il est interdit de remettre du CFC dans un appareil.
- ▶ À partir de là, la destruction de CFC utilisés comme réfrigérant n'évite pas les émissions de GES.
- ▶ Tous les projets de destruction validés à ce jour concernent des CFC

# Problèmes relevés

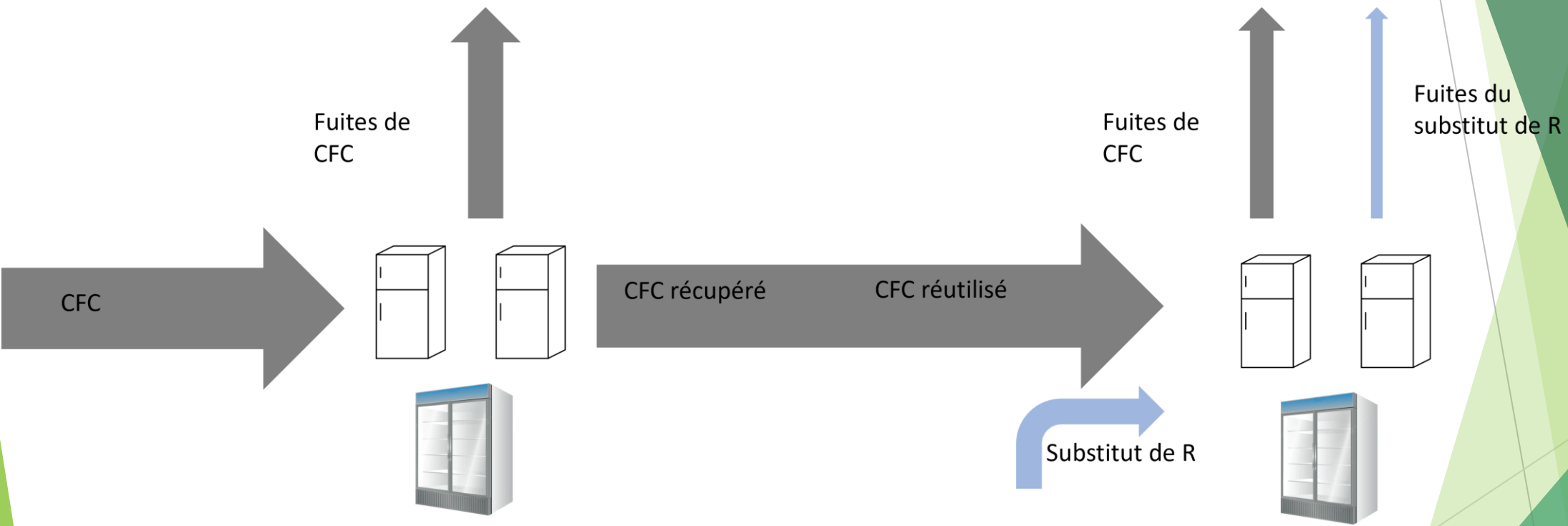
## 2 - La destruction des CFC



Même sans marché du carbone, les CFC ne peuvent pas être réutilisés donc seront détruits

# Problèmes relevés

## 2 - La destruction des CFC



Situation considérée par le MELCC

# Problèmes relevés

## 3 - Le calcul des émissions évitées

- ▶ R-22, HCFC populaire accepté par le marché du carbone depuis 2020  
PRG = 1810
- ▶ La production et importation du R-22 est interdite depuis 2020

### Calcul des émissions substitut R-22 selon MELCC

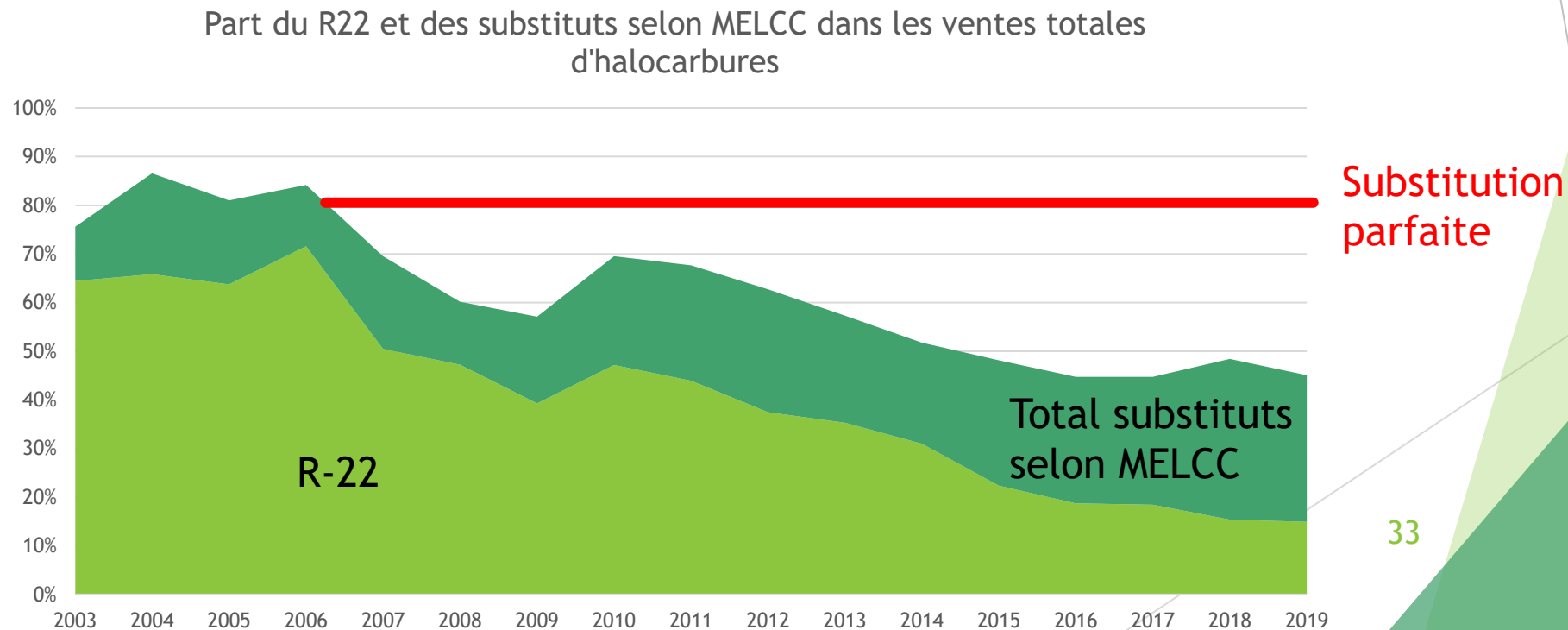
	Part marché	Taux de fuite annuel	Référence: US EPA Vintaging model				
Réfrigération	32%	27%					
Climatisation	68%	5%					
Taux de fuite moyen		12,0%					
Taux de fuite 10 ans		72%					
	Part marché	Substitut	Part marché P/R sous-secteur	PRG	lb Sub / lb HCFC-22	Taux de fuite	PRP substitut pondéré par part de marché
Réfrigération	0,32	R-407C	50%	1774	0,78	2%	40
		HFC-134a	5%	1430	1,4	18%	28
		CO <sub>2</sub>	22,5%	1	1	2%	0
		Hydrocarbures	22,5%	1	1	2%	0
Climatisation	0,68	HFC-134a	85%	1430	1,4	3%	304
		R-407C	10%	1774	0,76	2%	17
		HFO	5%	1	0,76	1%	0
<b>Facteur émission de réfrigérant substitut</b>							<b>389</b>



# Problèmes relevés

## 3 - Le calcul des émissions évitées

- ▶ Les données utilisées sont américaines malgré les différences climatiques
- ▶ Les ventes d'halocarbures (neufs et recyclés) ne sont pas corrélées aux substituts considérés par le MELCC

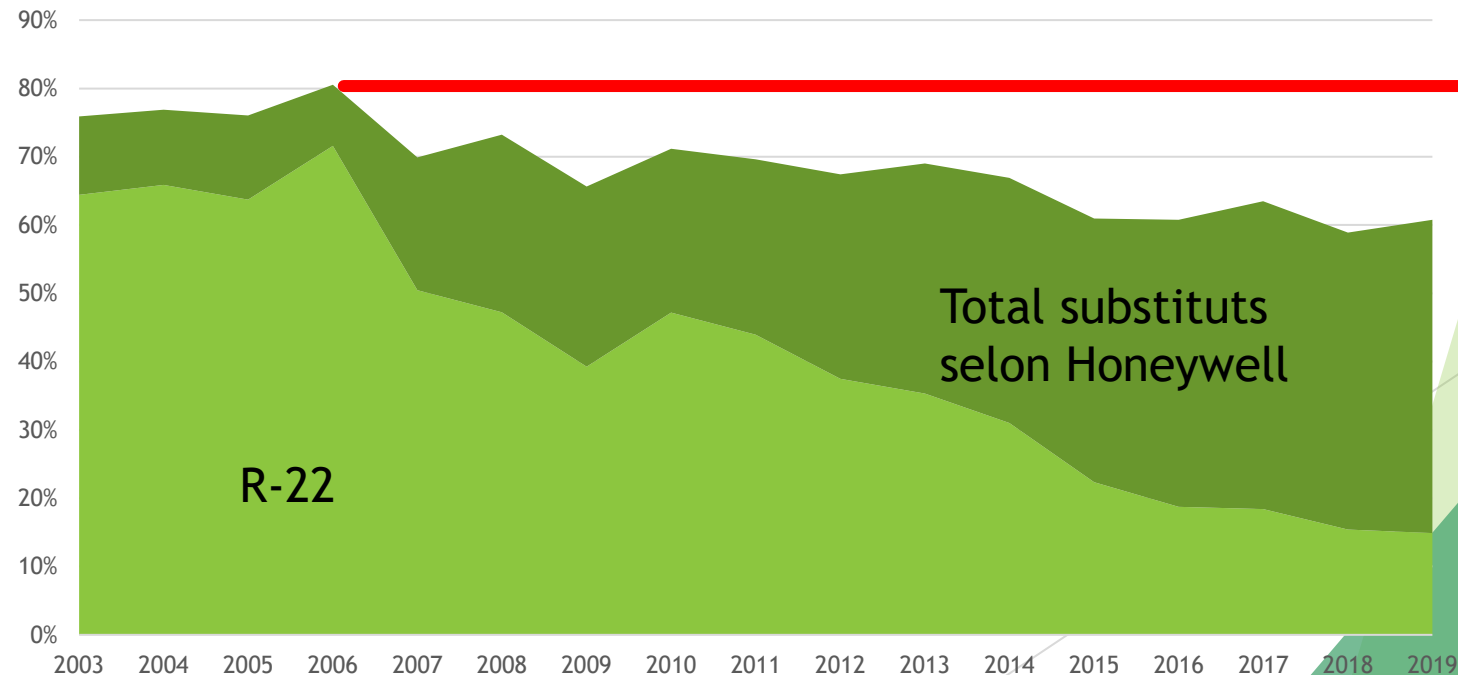


# Problèmes relevés

## 3 - Le calcul des émissions évitées

- ▶ Honeywell, producteur de réfrigérants, propose une autre liste de substituts
- ▶ Les substituts ont un PRG entre 1744 et 3985 ( $\text{PRG}_{\text{R-22}} = 1810$ )

Part du R-22 et des substituts selon Honeywell dans les ventes totales d'halocarbures



### Substituts :

R-404a - PRG = 3922

R-507a - PRG = 3985

R-422d - PRG = 2729

R-407c - PRG = 1744

R-407f - PRG = 1825

R-410a - PRG = 2088

R-422d - PRG = 2729

Substitution parfaite

# Problèmes relevés

## 3 - Le calcul des émissions évitées

- ▶ Les fuites considérés dans les données sont très importantes, sans explication.
- ▶ Ces fuites sont impossibles à atteindre en respectant le règlement sur les halocarbures
- ▶ Les fuites pour les substituts sont très faibles en comparaison, sans raison

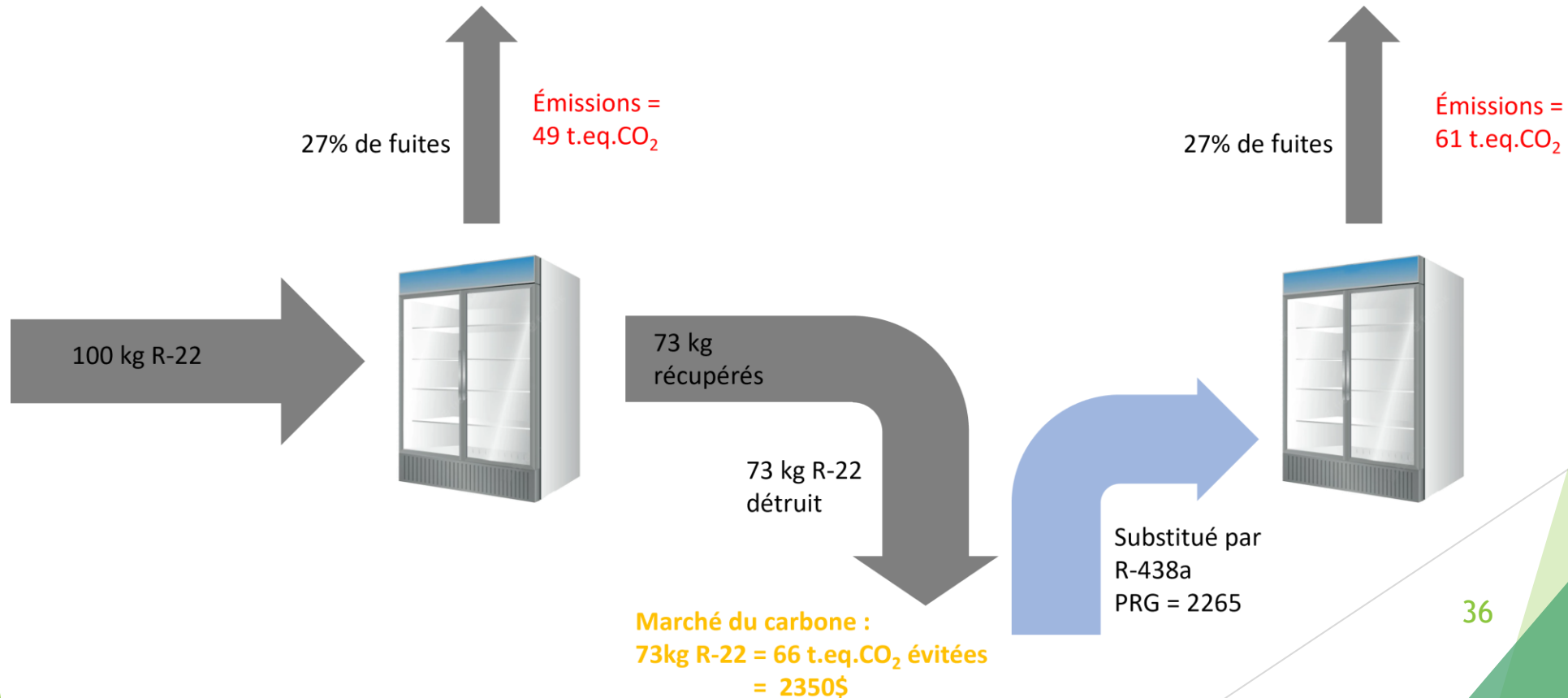
### Calcul des émissions substitut R-22 selon MELCC

	Part marché	Taux de fuite annuel	Référence: US EPA Vintaging model				
Réfrigération	32%	27%					
Climatisation	68%	5%					
Taux de fuite moyen		12,0%					
Taux de fuite 10 ans		72%					
	Part marché	Substitut	Part marché P/R sous-secteur	PRP	lb Sub / lb HCFC-22	Taux de fuite	PRP substitut pondéré par part de marché
Réfrigération	0,32	R-407C	50%	1774	0,78	2%	40
		HFC-134a	5%	1430	1,4	18%	28
		CO <sub>2</sub>	22,5%	1	1	2%	0
		Hydrocarbures	22,5%	1	1	2%	0
Climatisation	0,68	HFC-134a	85%	1430	1,4	3%	304
		R-407C	10%	1774	0,76	2%	17
		HFO	5%	1	0,76	1%	0
<b>Facteur émission de réfrigérant substitut</b>							<b>389</b>

# Problèmes relevés

## 3 - Le calcul des émissions évitées

- ▶ Exemple : système de réfrigération de supermarché avec 100 kg de réfrigérant qui fonctionne au R-22

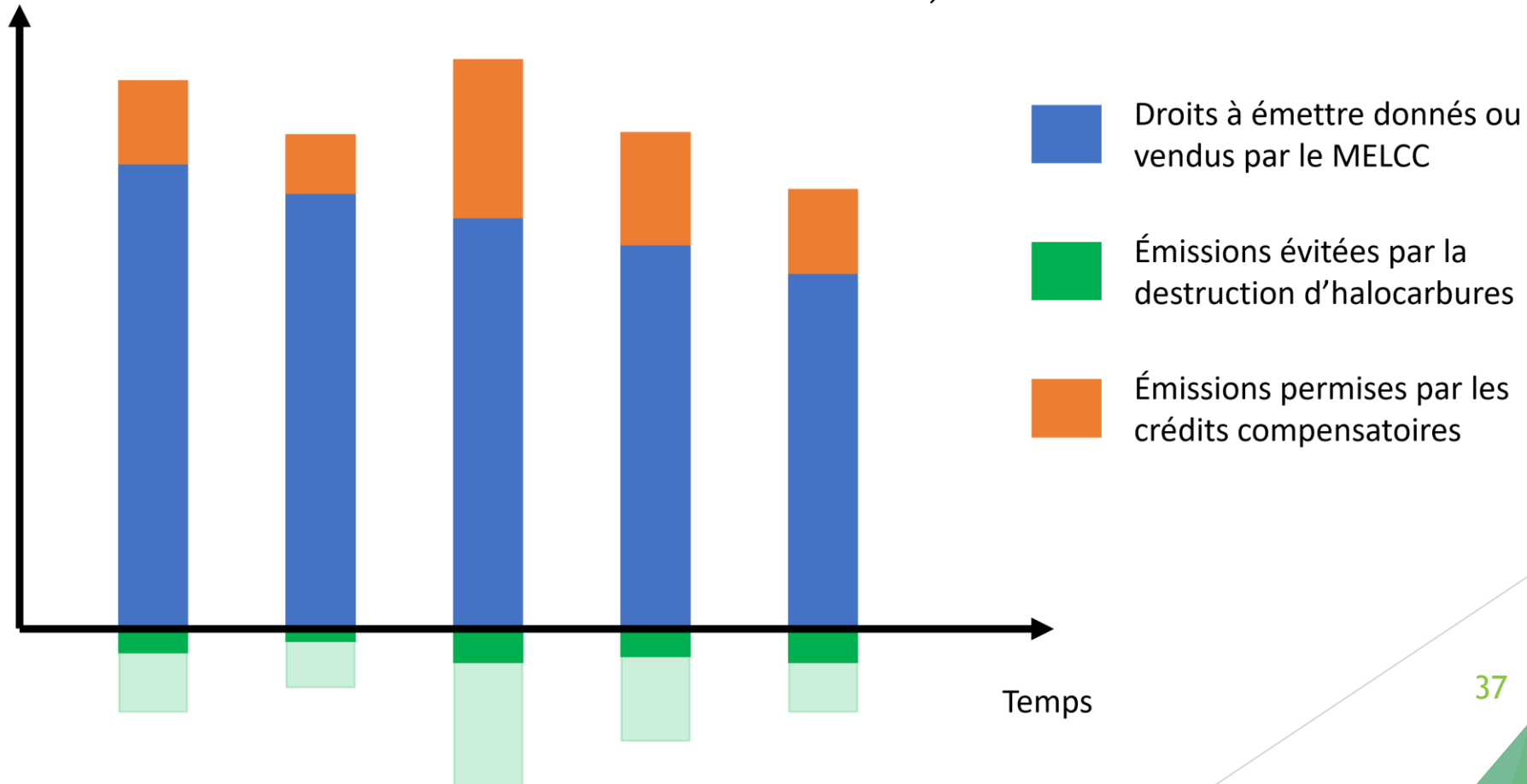


# Problèmes relevés

## 3 - Le calcul des émissions évitées

Émissions de GES du marché du carbone

Les émissions évitées réelles sont donc surestimées, voire inexistantes

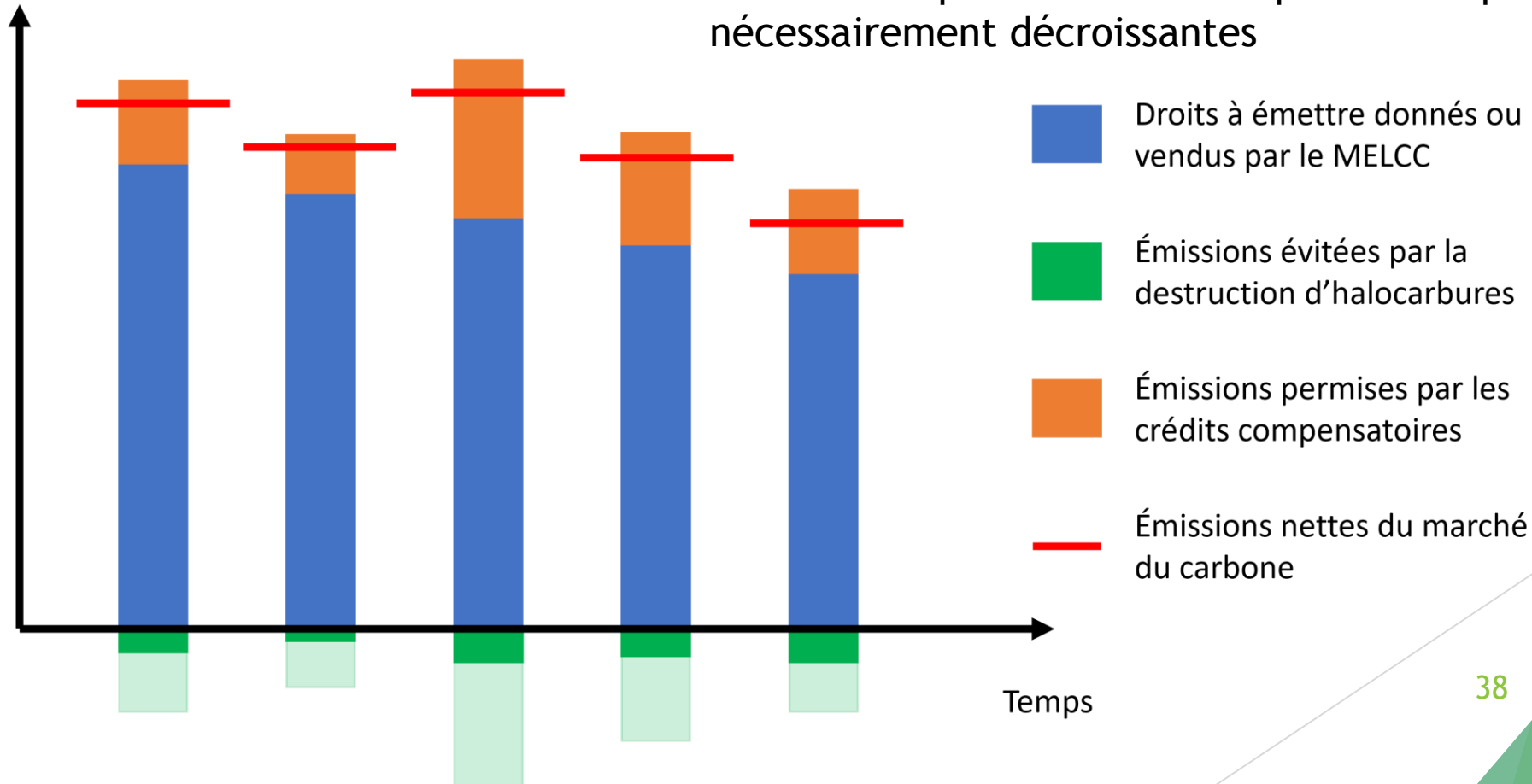


# Problèmes relevés

## 3 - Le calcul des émissions évitées

Émissions de GES du marché du carbone

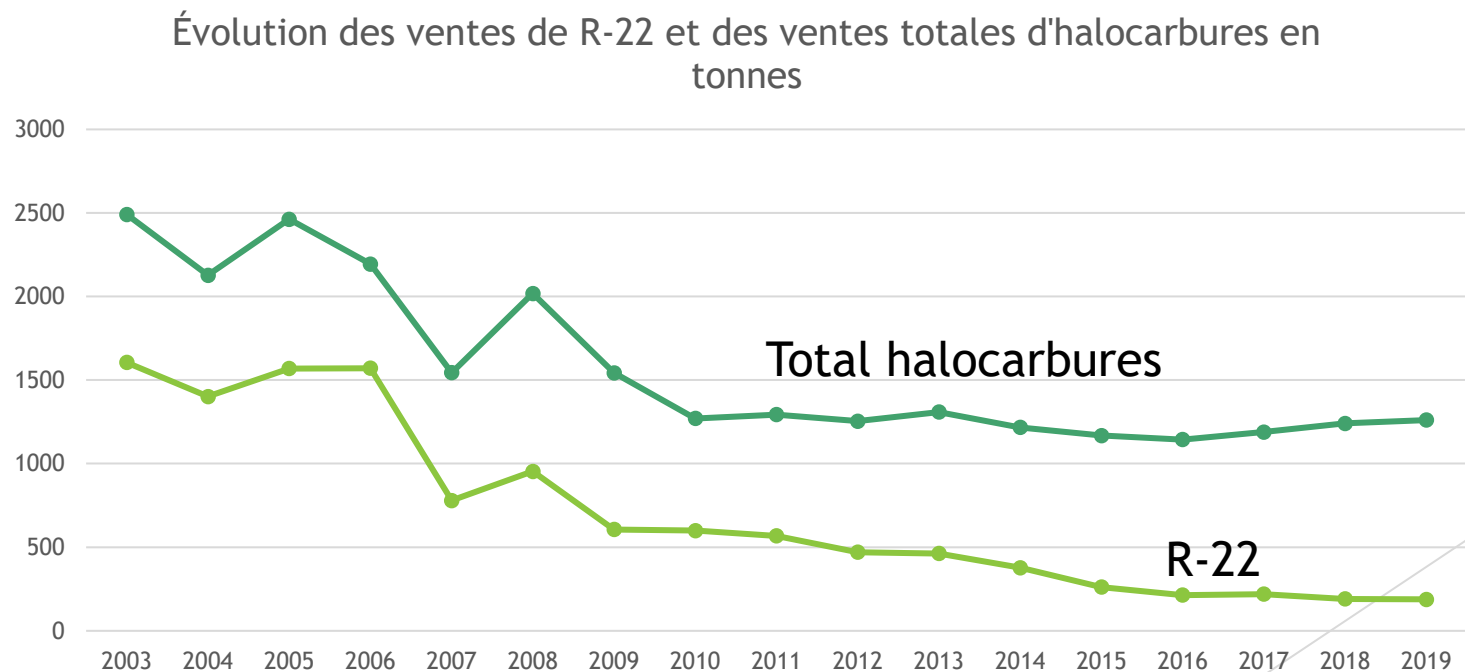
Les émissions nettes du marché du carbone sont donc supérieures à celles prévues et pas nécessairement décroissantes



# Problèmes relevés

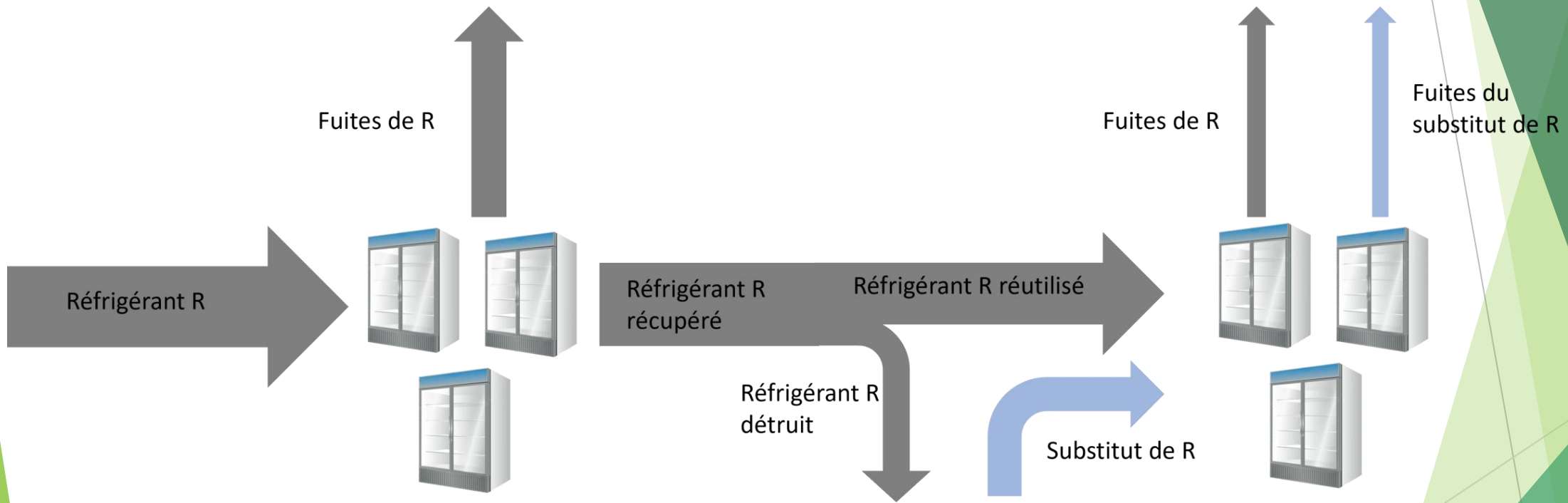
## 4 - L'impact du marché du carbone

- ▶ La méthode de calcul suppose que seul le marché du carbone a un impact sur la destruction des halocarbures
- ▶ Pour autant les ventes de R-22 décroissent depuis 2006 donc le marché pour le R-22 se réduit naturellement



# Problèmes relevés

## 4 - L'impact du marché du carbone



Même sans marché du carbone, il y a de la destruction d'halocarbure, le marché du carbone permet simplement d'augmenter la quantité détruite



# Problèmes relevés

## 5 - La gestion des fuites

- ▶ Appareils de plus de 20 kW
  - ▶ Les fuites d'halocarbures des gros appareils représentent 922 000 t.eq.CO<sub>2</sub> par an soit 1 % des émissions de GES au Québec.
  - ▶ Le marché du carbone n'a pas permis d'éviter ces fuites
  - ▶ Plus intéressant d'avoir une réelle réflexion sur la réduction des fuites que de valoriser la destruction des halocarbures pour réduire l'impact des fuites.
- ▶ Appareils domestiques
  - ▶ 455 000 crédits compensatoires attribués pour du CFC-12
  - ▶ Environ 15% des réfrigérateurs seulement récupérés
  - ▶ Impact potentiel sur le nombre d'appareils récupérés

# Conclusion

- ▶ Jusqu'à maintenant : Pas d'émissions de GES évitées ; les crédits compensatoires n'auraient pas dû être attribués
- ▶ Dans les prochaines années : De fortes incertitudes quant à la véracité des données utilisées ; il y a un risque de surestimer les émissions évitées
- ▶ Corrections nécessaires : Réaliser une étude pour avoir des données représentatives du Québec pour s'assurer que les crédits attribués correspondent à des émissions évitées

# Questions ?

Pour nous contacter

[florian.pedroli@polymtl.ca](mailto:florian.pedroli@polymtl.ca)