



**ETUDE DE FAISABILITE D'AMENAGEMENT DE PARCS-RELAIS AUTOUR  
DE NAMUR**

*Impact sur le développement durable (bilan CO<sub>2</sub>) d'un P+R en terrain agricole  
janvier 2009*

*pour le compte de*

**SERVICE PUBLIC DE WALLONIE**  
***Direction de la Stratégie de la Mobilité***



**ETUDE DE FAISABILITE D'AMENAGEMENT DE PARCS-RELAIS AUTOUR  
DE NAMUR**

*Impact sur le développement durable (bilan CO<sub>2</sub>) d'un P+R en terrain agricole  
janvier 2009*

*pour le compte du*

**SERVICE PUBLIC DE WALLONIE**  
**Direction de la Stratégie de la Mobilité**

**INSTITUT DE CONSEIL ET D'ETUDES EN DEVELOPPEMENT DURABLE (ICEDD) ASBL**  
Boulevard Frère Orban, 4 à 5000 NAMUR  
Tél : +32.81.25.04.80 - Fax : +32.81.25.04.90 - E-mail : [rn@icedd.be](mailto:rn@icedd.be)

AVEC LA COLLABORATION DE TRANSITEC ET D'IN SITU (DONNEES DE BASE)



<b>1.</b>	<b>Introduction</b> .....	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>Méthode de travail</b> .....	<b>5</b>
<b>2.1.</b>	<b>Présentation générale</b> .....	<b>5</b>
<b>2.2.</b>	<b>Données de base du calcul</b> .....	<b>6</b>
2.2.1.	Synthèse des hypothèses de base pour le Bilan-Carbone® .....	6
2.2.2.	Aspect aménagement.....	6
2.2.3.	Aspect trafic.....	7
<b>3.</b>	<b>Résultats</b> .....	<b>8</b>
<b>3.1.</b>	<b>Aménagement</b> .....	<b>9</b>
<b>3.2.</b>	<b>Trafic</b> .....	<b>9</b>
<b>3.3.</b>	<b>Bilan</b> .....	<b>10</b>
<b>4.</b>	<b>Conclusion</b> .....	<b>11</b>

# 1. Introduction

L'objectif de cette étude est d'identifier l'intérêt « environnemental » d'utiliser des terrains agricoles afin d'installer un P+R ayant comme objectif la réduction du trafic automobile.

La méthode utilisée pour cette étude consiste à mettre en balance les augmentations d'émissions et les réductions d'émissions équivalentes de CO<sub>2</sub> liées à la construction et à la mise en service d'un P+R à l'entrée de Namur et de dresser ensuite le bilan global des gaz à effet de serre.

1. Les éléments intervenant dans la réduction des émissions équivalente de CO<sub>2</sub> qui seront évalués dans le cadre de la présente étude sont les suivants :
  - Suppression des voitures se rendant dans le centre de Namur (entrée et sortie) → Estimation du nombre de véhicules et des distances parcourues.
  - Création d'un puits de carbone par la plantation d'arbres « moyennes tiges » aux abords du parking → Estimation de la capacité de captation des plantations.
2. Les éléments intervenant dans l'augmentation des émissions équivalente de CO<sub>2</sub> qui seront évalués dans le cadre de la présente étude sont les suivants :
  - Augmentation du nombre de bus se rendant dans le centre de Namur (entrée et sortie) → Estimation du nombre de véhicules et des distances parcourues.
  - Suppression d'une pâture ou d'une culture → Estimation de l'impact sur les émissions de gaz à effet de serre des plantations existantes.
  - Emission équivalente de CO<sub>2</sub> liée à la construction d'un P+R → Estimation des énergies grises.

1 Tonne équivalent CO<sub>2</sub> (TeCO<sub>2</sub>) = 0,2727 Tonne équivalent Carbone (TeC)

**1TeCO<sub>2</sub> correspond à environ :**

Un mois d'émissions pour un Belge moyen

1 500 km en voiture moyenne

1.5 mois de chauffage d'une habitation moyenne

1 année de consommation électrique pour un ménage moyen belge

1 Aller à New York en classe touriste

La capture annuelle de 100 arbres

## 2. Méthode de travail

### 2.1. Présentation générale

La méthode Bilan-Carbone® permet d'évaluer l'impact global d'une activité en matière d'émission de gaz à effet de serre. Le Bilan Carbone est une méthode de comptabilisation des GES (Gaz à Effet de Serre) développée par l'ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie). Elle permet de mesurer l'impact global d'une activité sur l'environnement, en utilisant une nouvelle unité de mesure : l'équivalent CO<sub>2</sub>.

Le Bilan Carbone a été créé à l'issue de la ratification du protocole de Kyoto en 2004, afin de mesurer et de réduire l'impact de l'activité humaine sur l'enrichissement de l'atmosphère terrestre en Gaz à Effet de Serre, et d'évaluer notre responsabilité vis à vis des bouleversements climatiques à venir.

L'impact global d'une activité se compose des émissions qui proviennent directement de l'activité (par exemple les émissions résultant de la combustion de gaz ou de fioul dans une chaudière, de consommation dans un véhicule) et des émissions qui prennent place ailleurs, mais qui sont liées à des processus nécessaires à l'activité. Il en va notamment des émissions engendrées par la fabrication de la matière première et par sa mise en œuvre dans la construction.

La méthode Bilan-Carbone® propose donc de passer en revue tous les flux physiques qui concernent l'activité (flux de personnes, d'objets, d'énergie, de matières premières...) et de leur faire correspondre les émissions de gaz à effet de serre qu'ils engendrent. Puis ces émissions sont agrégées poste par poste.

Dans la très grande majorité des cas, il n'est pas envisageable de mesurer directement les émissions de gaz à effet de serre résultant d'une action donnée. En effet, s'il est courant de mesurer la concentration en gaz à effet de serre dans l'air, ce n'est qu'exceptionnellement que les émissions font l'objet d'une mesure directe<sup>1</sup>.

La seule manière de procéder est alors d'estimer ces émissions en les obtenant à partir d'autres données et la méthode Bilan-Carbone® a précisément été mise au point pour permettre de parvenir à ce résultat, dans un laps de temps raisonnable, grâce à un mélange de calculs et d'observations. Les chiffres qui permettent de convertir les données observables sur le site en émissions de gaz à effet de serre, exprimées en équivalent carbone<sup>2</sup>, sont appelés des facteurs d'émission.

Comme l'essentiel de la démarche est basé sur des facteurs d'émission moyens, cette méthode a pour vocation première de fournir des ordres de grandeur. Cependant, cela n'empêchera pas d'en tirer des conclusions pratiques si l'on souhaite passer à l'action car, bien souvent, quelques postes faciles à estimer seront prépondérants dans l'ensemble<sup>3</sup>.

---

<sup>1</sup> Mesurer avec précision les émissions supposerait de poser des capteurs sur toute cheminée de maison, tout pot d'échappement de voiture, au-dessus de toute station d'épuration, de mettre toute vache sous cloche...

<sup>2</sup> L'équivalent carbone est la mesure "officielle" des émissions de gaz à effet de serre. Beaucoup d'entreprises, toutefois, utilisent "l'équivalent CO<sub>2</sub>", donnant des valeurs 3,67 fois supérieures environ. Attention, toutefois, à ne pas confondre "équivalent CO<sub>2</sub>" (tous les gaz à effet de serre) avec "émissions de CO<sub>2</sub> seul", confusion hélas courante.

<sup>3</sup> On entend par prépondérants qu'ils sont 5 à 10 fois plus importants que les autres, voire plus

## 2.2. Données de base du calcul

### 2.2.1. Synthèse des hypothèses de base pour le Bilan-Carbone®

Localisation	St Servais
Capacité places de parking	450
Surface	17 500 m <sup>2</sup>
Construction	Type béton et type bitume Parking normal ou intensif Amortissement en 20 ou 30 ans
Potentiel de fréquentation	450 à 600 véhicules/jour
Taux d'occupation maximal	260 jours/an
Taux d'occupation voiture	1.2 personne
Plage horaire	60 % heures pleines 40 % heures creuses
Distance au centre ville	3 km
Kilométrage moyen	6 km aller-retour
Occupation originelle	Prairie fertilisée Culture de blé Culture par défaut

Tableau 1 : principales hypothèses de travail

### 2.2.2. Aspect aménagement

Le terrain qui sera occupé par le parking sera situé à Bouge (Namur) et représente une superficie de 17 500 m<sup>2</sup> avec une capacité de 450 places. Ceci revient à mobiliser environ 39 m<sup>2</sup> par véhicule (comprenant la voirie).

Les voies routières neuves sont aujourd'hui dimensionnées en fonction du trafic prévu qu'elles devront subir. La méthode Bilan-Carbone® propose deux niveaux d'intensité du trafic sur le parking :

- le parking normal, tel un parking de supermarché
- le parking intensif, telle une aire de repos sur autoroute.

Probablement que si le P+R n'est pas accessible tel quel aux semi-remorques, la structure du parking sera plutôt normale. Mais nous analysons cependant les deux cas de figure.

Outre sa classe, qui conditionne en fait la pression maximale qu'elle peut subir, et donc l'épaisseur ou la rigidité des matériaux mis en œuvre, une voie routière est également déterminée par sa structure, qui peut appartenir à l'une des trois familles suivantes :

- une structure en béton rigide,
- une structure semi-rigide,
- une structure bitumineuse, plus souple.

Nous analysons les deux extrêmes, à savoir un parking avec un revêtement hydrocarboné (bitume) sur un empierrement et un parking avec un revêtement hydrocarboné apposé sur une couche de béton. Toute autre solution, privilégiant une structure plus légère (gravier, structure enherbée, ...) sera légèrement moins émettrice de gaz à effet de serre que la structure bitumeuse, les travaux de terrassement restant à peu près équivalents.



La pratique nous suggère que l'amortissement de construction de voirie doit être réparti sur 20 ans pour une structure en bitume et 30 ans pour une structure en béton, avant qu'une rénovation sévère s'impose.

L'occupation originelle de la parcelle peut être soit une culture, soit une prairie fertilisée. Contrairement à ce que l'on pense généralement, une culture n'est pas un puits de carbone mais bien un émetteur de carbone. Les différentes sources d'émissions sont les façons culturales (labour, semis, fertilisation, récolte), l'utilisation d'engrais et de phytosanitaires et l'énergie nécessaire à leur fabrication ainsi qu'à celle du matériel agricole utilisé. C'est la raison pour laquelle, on parle dans le tableau d'émissions évitées. Si la présence de bovins sur la prairie est prise en compte, on ajoute encore les émissions des animaux, de manière significative.

Les flux de carbone organique à rotation rapide, liés aux cultures annuelles ne sont pas pris en compte car une plante pousse puis est consommée par les animaux ou les hommes, et le carbone correspondant est restitué au milieu ambiant dans l'année par la respiration et les excréments, en première approximation.

Si l'occupation originelle était une forêt, on considère généralement que le pouvoir d'absorption annuel d'un hectare correspond grosso-modo à 2 tonnes équivalent carbone (TeC) ( $7.3 \text{ TeCO}_2$ ), dépendant de la densité de plantation, du type d'arbres et du fait qu'elle est en croissance et non à son climax.

La plantation d'arbres le long et au sein du parking, ayant comme avantages d'assurer un ombrage aux véhicules en été aura un effet marginal sur la fixation de  $\text{CO}_2$ . Certaines sources parlent cependant d'une capture annuelle par arbre de 200 kg de  $\text{CO}_2$ , soit 20 fois plus que les hypothèses du Bilan-Carbone<sup>®</sup>. Il faut bien se rendre compte que la capture de  $\text{CO}_2$  des arbres ne sera effective que s'ils sont utilisés en bois de charpente ou en meuble en fin de vie, autrement, par compostage, la moitié du carbone sera réémis directement, l'autre moitié étant valorisée en humus et libéré progressivement dans le temps. Par brûlage le bilan serait totalement nul.

### **2.2.3. Aspect trafic**

D'après les données disponibles, il y a environ 25 000 à 26 000 véhicules qui empruntent dans les deux sens l'axe quotidiennement, poids lourds non compris. Avec un parking de 450 places, le P+R enlèvera de l'ordre de 900 à 1200 véhicules par jour (au total des flux aller-retour), soit 3.5% à 4.5% à l'échelle journalière. Cette soustraction sera plus sensible pendant les heures de pointe.

La distance du P+R au centre ville est de l'ordre de 3 kilomètres, soit 6 km pour l'aller-retour.

Nous économiserons donc les émissions de 450 à 600 véhicules par jour sur le trajet aller-retour de 6 kilomètres, pour 60% pendant les heures de pointe, pour 40% pendant les heures « creuses ». Le trafic total sera diminué de 702 000 à 936 000 véh\*km par jour et ce en première approximation pendant 260 jours par an (on soustrait les week-ends).

Pour estimer le trafic des bus qui vont assurer le transport de ces personnes, et donc l'accroissement d'émissions correspondant, nous tenons compte d'un taux d'occupation moyen des voitures de 1.2 personnes. Donc environ 540 à 720 personnes devront être transportées sur ces 6 km aller-retour, soit de 842 400 à 1 123 200 passagers\*km.

La situation particulière du parking P+R permet de ne prendre en compte que les bus des lignes normales qui passent à proximité (- 200 m) de celui-ci. L'accroissement du nombre de passager sera sans doute absorbé par une fréquence augmentée pendant les heures de pointes. Si des navettes spécifiques doivent être envisagées, les calculs devraient être corrigés en ce sens.

### 3. Résultats

Le tableau ci-dessous représente la synthèse des résultats d'émissions en tonnes équivalent de CO<sub>2</sub> (TeCO<sub>2</sub>) suivant les différentes hypothèses. Les commentaires sont repris dans les pages suivantes.

#### Emissions liées à l'aménagement

Données	17 500	m <sup>2</sup>			Superficie du parking en m <sup>2</sup>
Parking	1.75	ha			Superficie du parking en hectare
	450	places			Nombre de places prévues sur le parking
<b>Construction</b>		t eq CO <sub>2</sub>	<b>t eq CO<sub>2</sub></b>	<b>incertitudes</b>	<b>Emissions générées par la construction du parking</b>
Amortissement	20	ans			Durée de l'amortissement de la construction en bitume
Amortissement	30	ans			Durée de l'amortissement de la construction en béton
		total construction	Par an		
Parking normal	Bitume	1 283.3	64.2	+/- 9.6	Parking normal, type parking de supermarché
Parking normal	Béton	5 582.5	186.1	+/- 27.9	Parking intensif, type aire de repos d'autoroute
Parking intensif	Bitume	1 604.2	80.2	+/- 12.0	Bitume : revêtement en bitume
Parking intensif	Béton	5 903.3	196.8	+/- 29.5	Béton : revêtement en béton

#### Culture

		t eq CO <sub>2</sub>	incertitudes	Emissions évitées des cultures (on les supprime)
	Défaut	-3.2	+/- 1.4	émission par défaut des cultures en général
	Blé	-5.0	+/- 2.4	émission de la culture de blé
	Pâturage	-2.3	+/- 1.2	émission de la culture d'une pâture fertilisée

#### Emissions liées au trafic

Données	6	km aller/retour			longueur du trajet aller-retour (3 km aller)
Trafic	260	jours pleins			nbre de jour d'utilisation à plein régime
	60%	part heures de pointe (HP)			part des véhicules déviés en heure de pointe (HP)
<b>Voiture</b>		t eq CO <sub>2</sub>	incertitudes	Emissions évitées des voitures (en négatif)	
Véh/jour	période	veh.km			
450	HP	-421 200	-146.3	+/- 14.6	450 voitures en P+R, fraction durant les heures de pointe
	hors HP	-280 800	-89.7	+/- 9.0	450 voitures en P+R, fraction hors les heures de pointe
		<b>-702 000</b>	<b>-236.0</b>	<b>+/- 23.6</b>	
600	HP	-561 600	-195.1	+/- 19.5	600 voitures en P+R, fraction durant les heures de pointe
	hors HP	-374 400	-119.6	+/- 12.0	600 voitures en P+R, fraction hors les heures de pointe
		<b>-936 000</b>	<b>-314.7</b>	<b>+/- 31.5</b>	

#### Bus

taux d'occupation	1.2	pers/voiture	t eq CO <sub>2</sub>	incertitudes	Emissions générées par les bus
Véh/jour	pers/jour	passager.km	t eq CO <sub>2</sub>		nombre de personnes en moyenne par voiture
450	540	842 400	65.3	+/- 7.2	hypothèse : uniquement bus de lignes déjà existantes
600	720	1 123 200	87.0	+/- 9.6	450 voitures en P+R
					600 voitures en P+R

Tableau 2 : Calculs de base en TeCO<sub>2</sub> suivant les différentes hypothèses

#### Bilan global des émissions

	t eq CO <sub>2</sub>	incertitudes	
<b>Option la plus défavorable</b>	<b>les émissions générées sont supérieures aux émissions évitées</b>		
Total des émissions évitées	-238.3	+/- 24.8	pâturage et 450 véhicules par jour ouvrable
Total des émissions ajoutées	262.0	+/- 36.7	parking intensif béton et bus avec les passagers de 450 voitures déviées
<b>Option la plus favorable</b>	<b>les émissions générées sont inférieures aux émissions évitées</b>		
Total des émissions évitées	-319.7	+/- 33.9	culture de blé et 600 véhicules par jour ouvrable
Total des émissions ajoutées	151.2	+/- 19.2	parking normal bitume et bus avec les passagers de 600 voitures déviées

Tableau 3 : Bilan des émissions selon l'option la plus favorable ou défavorable

Ces tableaux issus du logiciel Excel sont remis en même temps que ce rapport et permettent dès lors de faire des simulations complémentaires en modifiant les paramètres en jaune (grisé).

On note toutefois qu'en fonction des choix que l'on va opérer entre les différents scénarii, l'option la moins intéressante aboutirait à générer annuellement plus d'émissions équivalente de CO<sub>2</sub> que d'émissions évitées, l'option la plus intéressante aboutirait à éviter annuellement plus d'émissions qu'elle n'en génère. Le choix majeur du revêtement jouera le rôle principal dans la balance.

### **3.1. Aménagement**

Le choix de la classe de parking (normal ou intensif) va augmenter les émissions de construction de 6% en cas de béton et de 25% en cas de bitume pour le parking intensif.

Le choix de la structure du parking (bitume ou béton) va augmenter les émissions de construction de 335% en cas de parking normal et de 268% en cas de parking intensif pour le revêtement en béton.

Le choix qui s'impose pour minimiser les émissions de construction s'oriente donc vers un parking normal en bitume, avec une émission répartie sur 20 ans de 64.2 +/- 9.6 TeCO<sub>2</sub>.

Toute autre solution plus légère du revêtement (dolomie, etc.) influencera positivement ces émissions, mais pas de manière fondamentale, les travaux de terrassement et de mise en œuvre étant prépondérants.

Le remplacement d'une culture ou d'une prairie, sur la superficie étudiée, va permettre d'économiser de 2.3 à 5 TeCO<sub>2</sub> par an, selon la nature de cette couverture. Une prairie qui ne serait pas fertilisée (et donc non gérée et non pâturée) aurait un bilan positif pour la captation de carbone, mais la perte de captation reste malgré tout relativement faible par rapport aux autres sources.

### **3.2. Trafic**

Le taux d'occupation et de rotation du parking est fondamental pour l'estimation des émissions évitées. Deux hypothèses ont été retenues, soit une immobilisation d'un nombre de voitures correspondant à la capacité du parking, 450 véhicules, soit une immobilisation supérieure à cette capacité compte tenu d'une certaine rotation du stationnement (pas uniquement des navetteurs quotidiens) de 600 véhicules.

Selon le moment de la journée où ce trafic est évité, soit pendant les heures de pointes (HP) de 7h30 à 8h30 et de 15h30 à 17h30 soit en dehors, le mode de calcul des émissions est différent. Nous considérons en première approximation une captation de 60% des véhicules en heures de pointe.

Dans les deux cas, on considère que le kilométrage évité est de 6 km aller-retour et que ce taux d'immobilisation est atteint pendant 260 jours par an.

Les émissions de gaz à effet de serre évitées en cas de capture de 450 véhicules seront de l'ordre de 236 +/- 24 TeCO<sub>2</sub>, celles pour 600 véhicules seront de 315 +/- 32 TeCO<sub>2</sub>.

Le trafic généré par les bus, qui vont transporter les passagers vers le centre ville, dépend du taux de capture des voitures, abordé dans le paragraphe précédent, et du taux d'occupation des véhicules, généralement estimé à 1.2 personnes par voiture.

Ainsi de 540 à 720 personnes vont générer le transport de 842 400 à 1 123 200 personnes\*km par les bus soit des émissions de 65 +/- 7 TeCO<sub>2</sub> à 87 +/- 10 TeCO<sub>2</sub>.

Ces résultats découlent de l'hypothèse que les bus utilisés par les utilisateurs du P+R seront ceux des lignes existantes, éventuellement renforcés durant l'heure de pointe.

Attention toutefois que s'il y a renforcement du nombre de bus des lignes classiques, il faudrait également prendre en compte les émissions générées en amont et en aval du tronçon de 3 km étudié, ce qui n'est pas fait ici. De même, la création spécifique de navettes de bus, qui feraient une rotation P+R - centre ville, induit également un calcul des émissions générées différents de celui présenté. Dans les deux cas, le bilan global serait moins favorable en termes d'émissions de gaz à effet de serre.

### **3.3. Bilan**

En choisissant les options les moins favorables, en termes de gaz à effet de serre, les émissions générées par la construction d'un parking intensif en béton et par les bus qui transportent les passagers de 450 véhicules se situe à 262 +/- 37 TeCO<sub>2</sub>. Les émissions évitées par le trafic des 450 véhicules et de la suppression de la pâture s'élèvent à 238 +/- 25 TeCO<sub>2</sub>. Le bilan global est donc négatif du point de vue des émissions de gaz à effet de serre.

En choisissant les options les plus favorables, en termes de gaz à effet de serre, les émissions générées par la construction d'un parking normal en bitume et par les bus qui transportent les passagers de 600 véhicules se situe à 151 +/- 19 TeCO<sub>2</sub>. Les émissions évitées par le trafic des 600 véhicules et de la suppression de la culture de blé s'élèvent à 320 +/- 34 TeCO<sub>2</sub>. Le bilan global est donc positif du point de vue des émissions de gaz à effet de serre.

## 4. Conclusion

Afin de maximiser le bilan entre l'économie et l'émission de gaz à effet de serre, estimés en équivalent CO<sub>2</sub>, il faut investir dans une structure de parking la plus légère qui soit et encourager fortement le taux d'occupation de ce parking.

Nous ne considérons donc plus dans le choix de la commune la possibilité de construire un parking intensif et d'utiliser du béton pour son aménagement.

Nous remarquons également que le type d'occupation du terrain avant la construction n'a que peu d'influence sur le bilan définitif. Dès lors nous prendrons la valeur correspondant à la culture par défaut. De même l'installation d'arbres sur le parking ne changera pas fondamentalement le résultat du bilan d'émission, tout au plus il pourrait améliorer un peu celui-ci.

Selon le postulat de départ, 17 500 m<sup>2</sup> et 450 places, la superficie par véhicule est de 39 m<sup>2</sup>. Une conception en maximisant le nombre de places au m<sup>2</sup> permettrait de monter sa capacité à 550 places et d'augmenter ainsi le gain potentiel d'émission évitée.

La combinaison la plus probable des hypothèses prises dans l'étude, à savoir : parking normal en bitume, remplacement de la pâture, mobilisation de 450 véhicules par jour et trafic des bus correspondant, permet d'éviter l'émission de 238 +/- 25 TeCO<sub>2</sub> et de ne générer que 129 +/- 17 TeCO<sub>2</sub>, soit un bilan global très positif.

Les éléments qui influencent favorablement le bilan CO<sub>2</sub> :

- Choisir une structure légère
- Densifier le nombre de place
- Assurer la rotation dans l'occupation des places
- Optimiser l'utilisation des bus des lignes existantes

N'oublions pas que l'étude présentée ici ne se focalise que sur l'impact d'un parking P+R au niveau des émissions de gaz à effet de serre et non sur la mobilité globale qui en résulte.