

# Définition de nouveaux indicateurs structurels pour les chaussées sur la base des mesures de bassins de déflexion

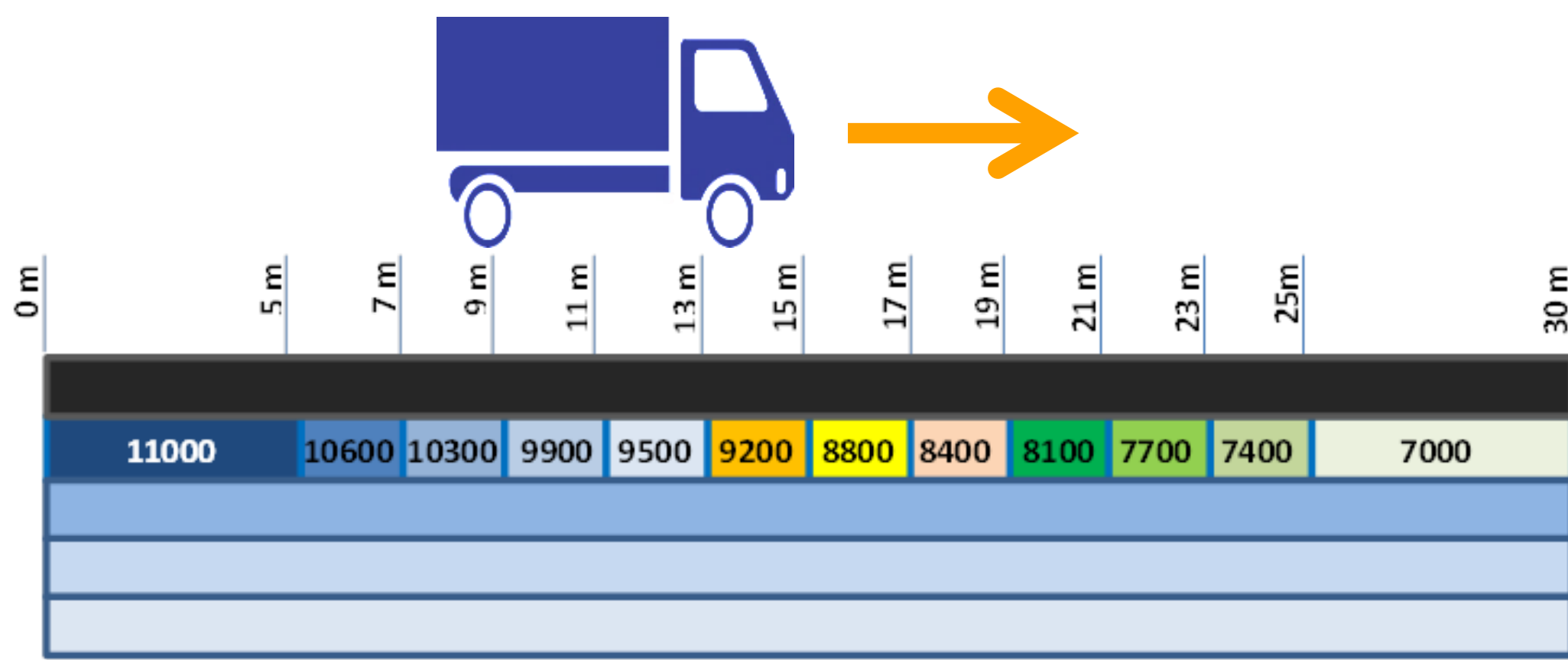
## 1-INTRODUCTION

La mesure du bassin de déflexion sous charge lourde est une couramment pratiquée sur itinéraire routier. Des paramètres simples en sont déduits comme la déflexion maximale pour détecter des zones à structure dégradée, puis pour identifier la nature du défaut (matériau à faible module, interface glissante).

Cette étude propose une méthode de calcul des indicateurs optimisés plus sensibles pour mieux identifier la nature du défaut. Elle est appliquée au curviamètre qui est un appareil courant d'auscultation à grand rendement des routes, capable de relever de nombreux bassins.

## 2-SIMULATION DE LA REPOSE DE LA CHAUSSEE

Pour mettre en évidence les indicateurs classiques, la mesure d'un appareil le long d'un itinéraire est simulée. Dans l'exemple ci-dessous, l'étude porte sur une chaussée dite souple dont le module de la couche bitumineuse varie de 11000 MPa à 7000 MPa. Cette diminution de module constitue le défaut. La mesure de l'appareil est simulée tous les 10 cm le long de cet itinéraire.

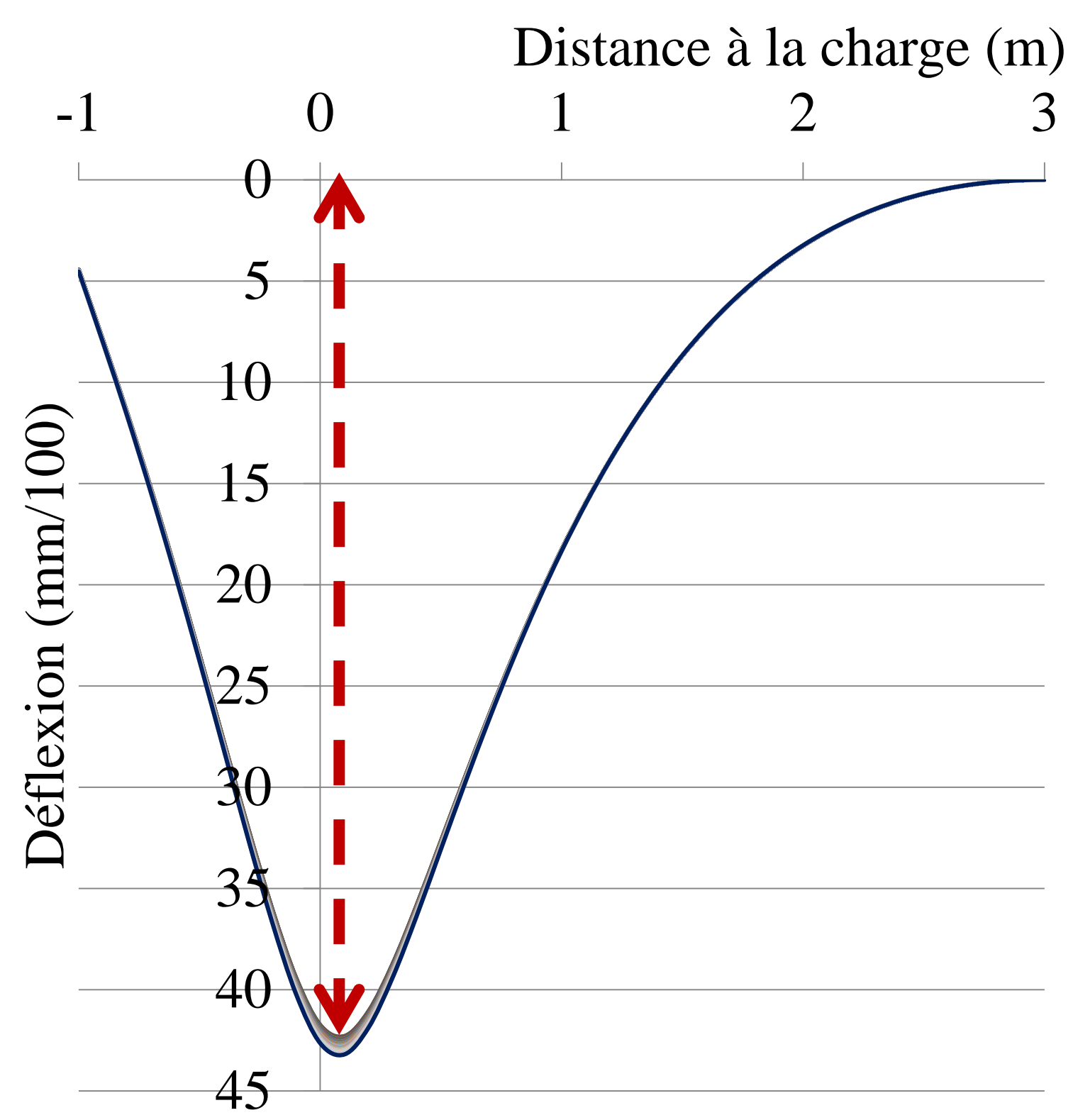


Avancement de l'appareil le long de l'itinéraire

Les bassins mesurés par le curviamètre (ci-contre) sont très semblables les uns aux autres.

Les variations de paramètres classiques comme la déflexion maximale et le rayon de courbure sont inférieures à la sensibilité de l'appareil. Ainsi, la variation de déflexion maximale n'est que de 1/100 mm.

L'utilisation de paramètres classiques ne permet pas de détecter ce type de défaut.



Ensemble des bassins de déflexion mesurés par le curviamètre le long de l'itinéraire

## 3-MISE EN PLACE D'INDICATEURS OPTIMISES

Pour détecter la présence d'un défaut, on cherche à exploiter l'ensemble du bassin de déflexion (non pas une seule partie) pour calculer un indicateur qui maximise la sensibilité de cet indicateur à la présence de ce défaut spécifique.

L'indicateur prend alors la forme d'une intégrale «  $I_j = \int_{-l}^{+l} p_j(x)w(x, E_l)dx$  » et se caractérise par une fonction de pondération «  $p_j(x)$  » qui est essentiellement sensible à la présence d'un défaut. Dans notre exemple, l'indicateur doit être sensible à la valeur du module ( $E_j$ ) de la couche bitumineuse (domaine prédéfini  $\Omega_j$ ). Cet indicateur est défini tel que  $\delta I_j = \delta E_j$ .

Pour chaque couche de chaussée, un indicateur optimisé peut ainsi être construit pour surveiller son module. Des indicateurs d'état des interfaces ont également été construits pour diagnostiquer l'état de collage entre couches.

Choix d'un bassin de référence  $w_R(x)$  dont tous les points de déflexion mesurés par l'appareil sont décrits et les modules de chaussée sont connus.

Définition de la fonction de pondération  $p_j(x) = a_{ji} \frac{\partial w}{\partial E_i}(x, E_i)$   
Avec  $a_{ji}$  des coefficients réels  
-Calcul des dérivées partielles  $\frac{\partial w}{\partial E_i}(x, E_i)$  au voisinage des modules du bassin de référence.  
-Détermination des coefficients réels  $a_{ji}$  à l'aide de  $\delta I_j = \int_{-l}^{+l} p_j(x) \frac{\partial w}{\partial E_i}(x, E_i) \delta E_i dx$

Calcul de l'indicateur de référence  $\bar{I}_{Rj}$

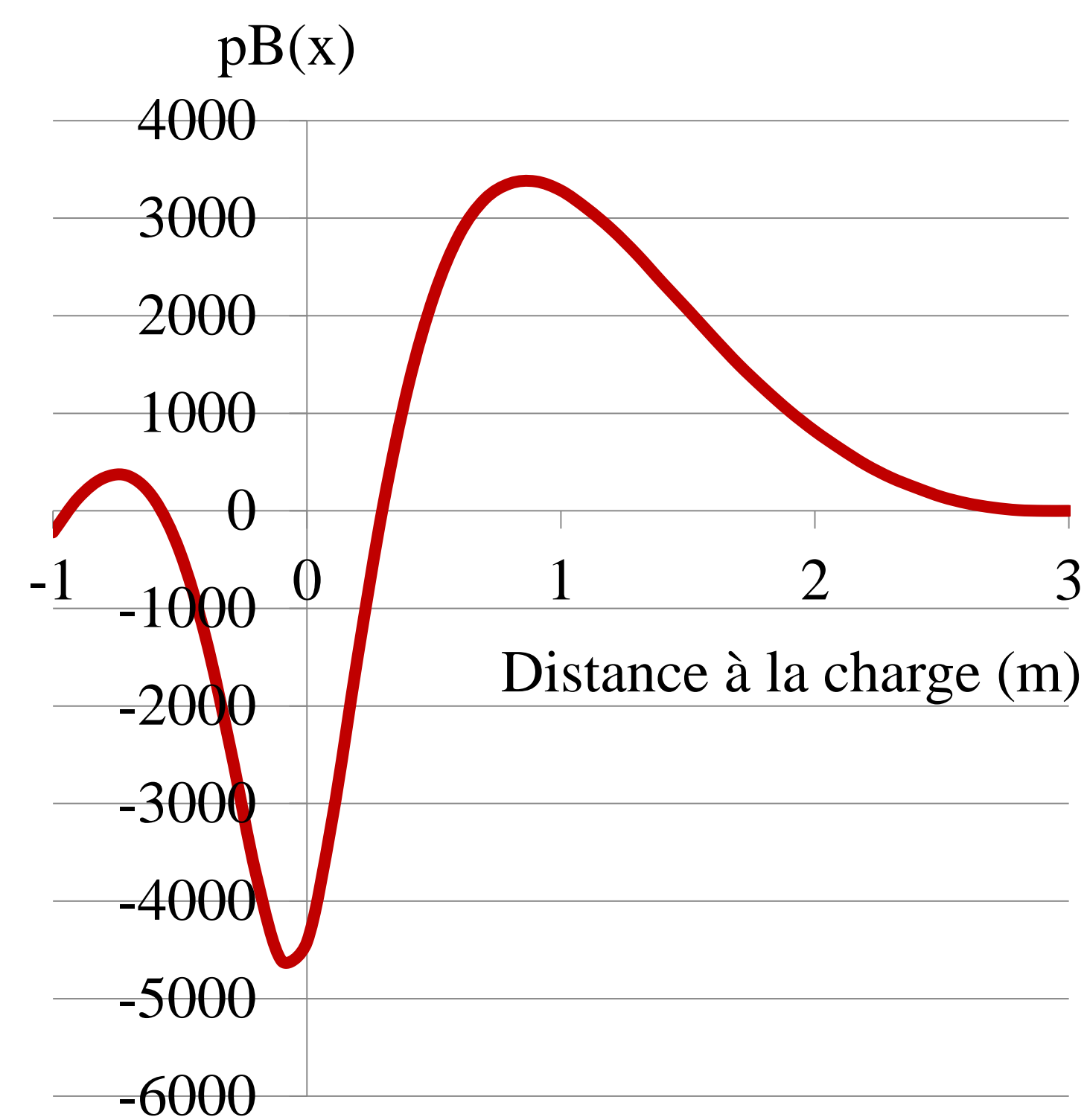
$$\bar{I}_{Rj} = \int_{-l}^{+l} p_j(x)w_R(x)dx$$

Calcul de l'indicateur  $I_j$  minoré de l'indicateur de référence  $\bar{I}_{Rj}$

$$\Delta I_j = \int_{-l}^{+l} p_j(x)w(x)dx - \bar{I}_{Rj}$$

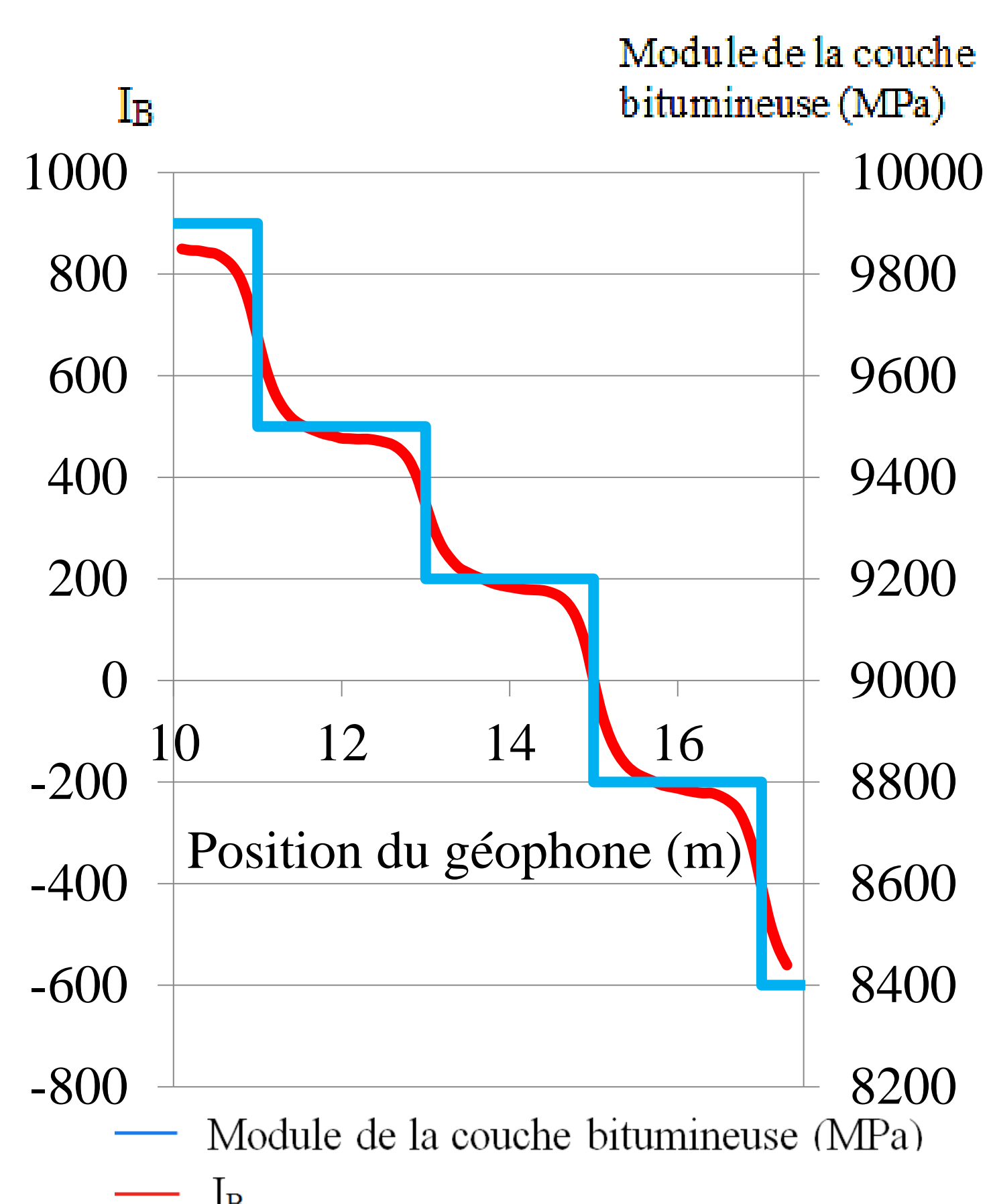
Méthode de construction des indicateurs optimisés

Les fonctions de pondération sont utilisées pour donner plus d'importance ou d'influence à certaines mesures de déflexion sur l'ensemble du bassin.



Visualisation de la fonction de pondération générée pour le cas étudié

L'application de la méthode sur l'exemple précédent conduit au calcul d'une fonction (ci-dessus) qui exploite l'ensemble du bassin de déflexion.



Evolution du module de la couche bitumineuse et de  $I_B$  en fonction du positionnement de la mesure.

La figure ci-contre compare les variations de module de la couche bitumineuse (courbe bleue) avec les variations de l'indicateur optimisé pour les variations de ce module  $I_B$  (courbe rouge).

La structure de référence choisie est celle dont le module bitumineux est de 9000 MPa. Ceci conduit par construction à un indicateur nul pour ce module. On observe une parfaite corrélation entre les valeurs de l'indicateur  $I_B$  et la variation de module de la couche bitumineuse le long de l'itinéraire. En effet, une diminution de 400 MPa du module de la couche bitumineuse conduit à un indicateur  $I_B$  de -400.

## 4-CONCLUSION

Certains défauts structurels sont parfois difficiles, voire impossibles à détecter par l'utilisation d'indicateurs classiques issus du bassin de déflexion. Pourtant, même si les bassins de déflexion semblent très similaires, ils contiennent les informations permettant de détecter la présence de ces défauts.

La démarche présentée ici permet de construire des indicateurs optimisés à la structure auscultée d'une part et aux défauts recherchés d'autre part. Elle a été utilisée avec succès pour la caractérisation de module de couche mais aussi d'interface. L'orthogonalité de ces indicateurs a également été montrée. Ainsi, un indicateur optimisé pour un défaut est peu sensible à la présence d'un défaut d'un autre type.

La méthode est applicable pour tous les appareils qui relèvent des bassins de déflexion complets (déflectographe, curviamètre ou FWD). Les performances doivent encore être évaluées mais celles-ci dépendent de la richesse et de la qualité du bassin relevé.

## 5-REFERENCES

J-M BALAY, «CESAR-LCPC: Manuel de formation et mode d'emploi. v3.3», 7<sup>e</sup> édition, 2001.