



CONTRIBUTION DES LIANTS DANS LA LUTTE CONTRE LES CONDITIONS EXTREMES

Adrian Zippo / Mohammed Ammadi
Shell Switzerland AG / Shell Deutschland Oil GmbH

Cautionary note

The companies in which Royal Dutch Shell plc directly and indirectly owns investments are separate legal entities. In this presentation "Shell", "Shell group" and "Royal Dutch Shell" are sometimes used for convenience where references are made to Royal Dutch Shell plc and its subsidiaries in general. Likewise, the words "we", "us" and "our" are also used to refer to subsidiaries in general or to those who work for them. These expressions are also used where no useful purpose is served by identifying the particular company or companies. "Subsidiaries", "Shell subsidiaries" and "Shell companies" as used in this presentation refer to companies over which Royal Dutch Shell plc either directly or indirectly has control. Entities and unincorporated arrangements over which Shell has joint control are generally referred to "joint ventures" and "joint operations" respectively. Entities over which Shell has significant influence but neither control nor joint control are referred to as "associates". The term "Shell interest" is used for convenience to indicate the direct and/or indirect ownership interest held by Shell in a venture, partnership or company, after exclusion of all third-party interest.

This presentation contains forward-looking statements concerning the financial condition, results of operations and businesses of Royal Dutch Shell. All statements other than statements of historical fact are, or may be deemed to be, forward-looking statements. Forward-looking statements are statements of future expectations that are based on management's current expectations and assumptions and involve known and unknown risks and uncertainties that could cause actual results, performance or events to differ materially from those expressed or implied in these statements. Forward-looking statements include, among other things, statements concerning the potential exposure of Royal Dutch Shell to market risks and statements expressing management's expectations, beliefs, estimates, forecasts, projections and assumptions. These forward-looking statements are identified by their use of terms and phrases such as "anticipate", "believe", "could", "estimate", "expect", "goals", "intend", "may", "objectives", "outlook", "plan", "probably", "project", "risks", "schedule", "seek", "should", "target", "will" and similar terms and phrases. There are a number of factors that could affect the future operations of Royal Dutch Shell and could cause those results to differ materially from those expressed in the forward-looking statements included in this presentation including (without limitation): (a) price fluctuations in crude oil and natural gas; (b) changes in demand for Shell's products; (c) currency fluctuations; (d) drilling and production results; (e) reserves estimates; (f) loss of market share and industry competition; (g) environmental and physical risks; (h) risks associated with the identification of suitable potential acquisition properties and targets, and successful negotiation and completion of such transactions; (i) the risk of doing business in developing countries and countries subject to international sanctions; (j) legislative, fiscal and regulatory developments including regulatory measures addressing climate change; (k) economic and financial market conditions in various countries and regions; (l) political risks, including the risks of expropriation and renegotiation of the terms of contracts with governmental entities, delays or advancements in the approval of projects and delays in the reimbursement for shared costs; and (m) changes in trading conditions. All forward-looking statements contained in this presentation are expressly qualified in their entirety by the cautionary statements contained or referred to in this section. Readers should not place undue reliance on forward-looking statements. Additional risk factors that may affect future results are contained in Royal Dutch Shell's 20-F for the year ended December 31, 2015 (available at www.shell.com/investor and www.sec.gov). These risk factors also expressly qualify all forward looking statements contained in this presentation and should be considered by the reader. Each forward-looking statement speaks only as of the date of this presentation, 06.04.2017. Neither Royal Dutch Shell plc nor any of its subsidiaries undertake any obligation to publicly update or revise any forward-looking statement as a result of new information, future events or other information. In light of these risks, results could differ materially from those stated, implied or inferred from the forward-looking statements contained in this presentation.

We may have used certain terms, such as resources, in this presentation that United States Securities and Exchange Commission (SEC) strictly prohibits us from including in our filings with the SEC. U.S. Investors are urged to consider closely the disclosure in our Form 20-F, File No 1-32575, available on the SEC website www.sec.gov.

CONDITIONS EXTREMES

1.0

À CHAQUE CONTRAINTE, UNE SOLUTION ADAPTÉE



Plan de la présentation:

- Définition des conditions extrêmes
- Bitumes pour des conditions extrêmes
- Exemples sur le terrain
- Propriétés fondamentales lors de la sélection d'un liant innovant?
- Conclusion

Définition des conditions extrêmes

- **Conditions climatiques extrêmes**
- **Conditions de trafic extrêmes**
- **Conditions budgétaires extrêmes (économie ...)**
- **Conditions environnementales extrêmes**

Définition des conditions extrêmes

■ **Conditions climatiques extrêmes**

- Froid jusqu'à -30° C. / Altitude
- En été, des températures de surface allant jusqu'à +60 °C.
- Problématiques liées au gel-dégel (givre en hiver) à des températures de ± 0 °C / changements brusques de température

■ **Conditions de trafics extrêmes (1/1)**

- Camions et transport exceptionnel / Charge à l'essieu élevée / poids lourds
- Fréquence (vitesse / bouchons / trafic dense / arrêt de bus... zones portuaires)
- Dilatation des matériaux suite aux changements de températures (ponts, asphalte coulé)
- Comportement du liant dans le temps (vieillissement)

Définition des conditions extrêmes

■ Conditions de trafic extrêmes (2/2)

- Temps/économie: remise en service de la route le plus vite possible
- Bruit (utilisation des enrobés drainants)
- Cohésion/Adhésion: accélération élevée et/ou effet de forces de cisaillement élevées (circuits automobiles ou parking)
- Production et enrobage à température élevée

■ Conditions budgétaires extrêmes (économie)

- Disponibilité / Qualité des agrégats (Région Thüringen)
- Augmentation de taux de recyclage (enrobés recyclés)
- Pressions sur les coûts
- Couches minces / Durabilité (réduction des coûts)

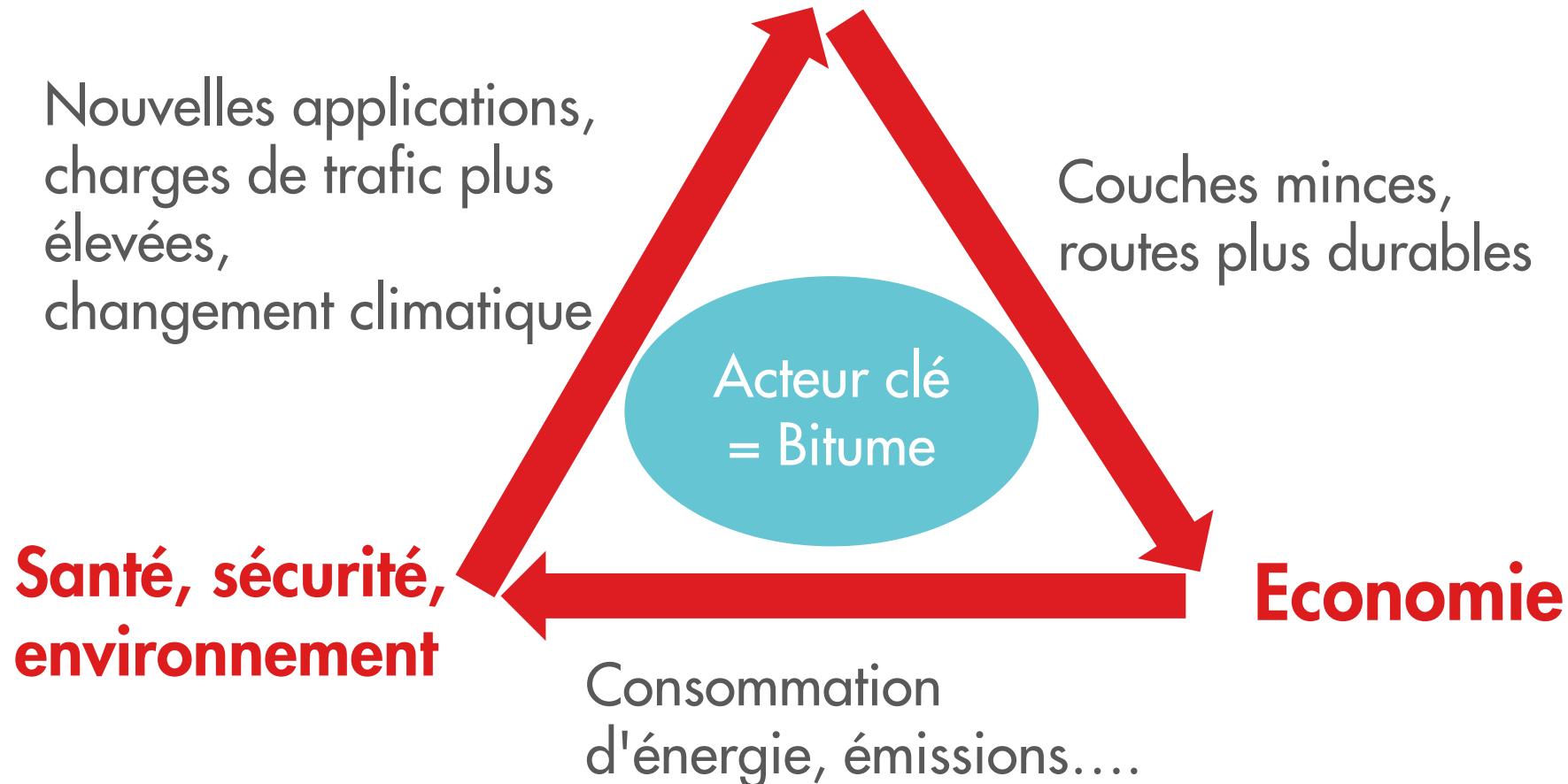
■ Conditions environnementales extrêmes: bruit, odeur.... **nouvelles règlementations.**

BITUMES POUR DES CONDITIONS EXTREMES

2.0

Leviers pour le développement des liants bitumineux

Challenges/Défis techniques



Bitumes pour des conditions climatiques extrêmes: Basse température/froid:

- Bitumes modifiés avec des polymères PmBs (selon SN 670 210 NA)
- Bitumes modifiés avec des polymères Type RC
- Bitumes avec des spécifications élevées par excellence, PmB 45/80-80, PmB 90/130-80 et PMBs fortement modifiés et réticulés.
- **Multigrade (pour EME)**
- Bitume 10/20 ou 10/20 ox (pour EME)

Basse Température et/ou fréquence élevée



copyright of Shell

© Shell

Réseau routier Autoroute/Route nationale en Suisse

- Béton bitumineux grenu à forte teneur en mastic (SMA) et Béton bitumineux drainants (OPA)

PMB 45/80-80

- PMB avec bitume de base mou et teneur élevée en polymères pour fournir à la fois une excellente performance à basse température (fissuration à froid) et une meilleure résistance à la déformation permanente (orniérage).

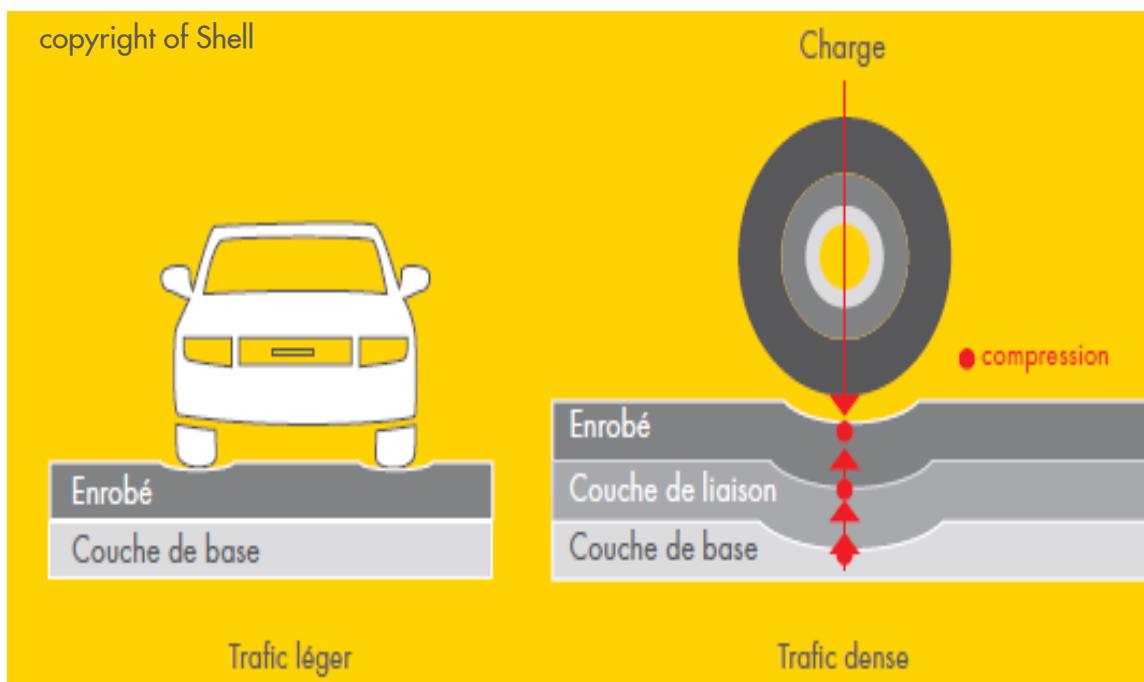
Bitumes pour des conditions climatiques extrêmes: Température élevée

- Bitumes modifiés avec des polymères PmB (selon SN 670 210 NA)
- Bitumes modifiés avec des polymères Typ RC
- Bitumes avec des valeurs élevées,
par excellence PmB 45/80-80, PmB 90/130-80

PMBs fortement modifiés et réticulés.

**UN POINT DE RAMOLISSEMENT ÉLEVÉ RÉDUIT
L'ORNIÉRAGE !!!**

copyright of Shell



Température élevée et/ou basse fréquence



PMB RC S 10/40-65

- taux de polymères élevé
- réduction de température

Hamburg, Container Terminal Burchardkai

- Engins (Straddle Van Transporteur) avec des poids supérieurs à 100 tonnes
- Souplesse du sol - dans les ports interdiction d'utilisation du béton de ciment, l'enrobé bitumineux est la seule solution.
- Mélange sélectionné: Béton bitumineux grenu a forte teneur en mastic (SMA 16) et spécialement adapté AC 8 (rugueux)

copyright of Shell

© Shell

Réduction de la température d'application



copyright of Shell

AÉROPORT DE FRANCFORTE – renouvellement de la piste d'atterrissement.

- Fenêtre de temps pour enlever le béton, repavage de la piste, et réouverture pour le trafic aérien:
7 heures.
- Température d'application réduite à 130 °C max.

PMB SF 10/40-65

- PMB à haute rigidité, excellentes propriétés à froid et modifié pour permettre la réduction de la température.

EXEMPLES - ALLEMAGNE: AÉROPORT DE FRANCFORT

LA NUIT ON APPLIQUE L'ENROBÉ, LE JOUR, ON DÉCOLLE ET ON ATTERRIT

425 000 t d'enrobés

copyright of Shell



Autres références en aéroports

- Amsterdam-Schiphol aux Pays-Bas
- Changi à Singapour
- Edimbourg et Heathrow au Royaume-Uni
- Phnom Penh au Cambodge
- Zürich Kloten en Suisse

Bitumes pour des conditions de trafic extrêmes

- Bitumes modifiés avec des polymères PmB (selon SN 670 210 NA)
- Bitumes avec des spécifications élevées, par excellence PmB 45/80-80, PmB 90/130-80, PMBs fortement modifiés et réticulés.
- Multigrade / Bitume 10/20 ox. (pour EME)
- Bitume 5/15
- S Grades

Exemple: Hong Kong-Zhuhai-Macao

Chine: Shell Cariphalte enrobe le pont le plus long du monde.

Exemples du terrain

■ CHINE : SHELL BITUMES ENROBE LE PONT LE PLUS LONG DU MONDE (Hong Kong-Zhuhai-Macao)

Les bitumes modifiés de Shell Bitumes ont été utilisés en revêtement du tablier principal du pont Hong Kong-Zhuhai-Macao.

<https://www.constructioncayola.com/infrastructures/article/2017/09/13/114451/chine-shell-bitumes-enrobe-pont-plus-long-monde.php>



copyright of Shell

Copyright of Shell Deutschland Oil GmbH



copyright of Shell

November 2017

Barrage/Réservoir d'eau in Latschau/Autriche

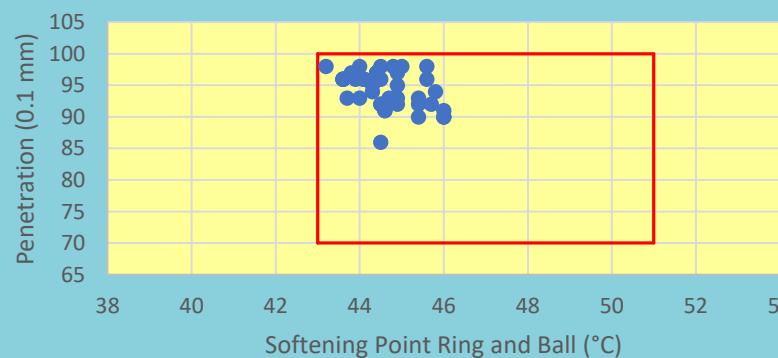
Bitumen RC 70/100

Pénétration: 90-100 dmm

Conforme à EN 12591 et PLUS

Très grande
uniformité du
produit

Softening Point and Pen of Bitumen RC
70/100



Contribution du liant: Barrage/Réservoir d'eau / Latschau/Autriche

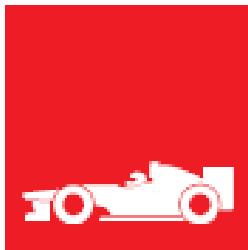


Application de l'enrobé dans un réservoir d'eau vide.

EXEMPLES – BUGATTI LE MANS

Elaboration d'enrobés **spécifiques** avec des liants plus **spécifiques** (Shell Cariphalte RACETRACK) répondant aux exigences des pilotes.

À PLUS DE 300 KM/H PAR TOUS LES TEMPS ET EN TOUTE SÉCURITÉ



Autres références en circuits

- Sepang en Malaisie
- Sakhir à Bahreïn
- Marina Bay Street Circuit à Singapour
- Hockenheim et Nürburgring en Allemagne
- Yas Marina à Abu Dhabi
- Fiorano en Italie : circuit d'essais privés



À PLUS DE 300 KM/H PAR TOUS LES TEMPS ET EN TOUTE SÉCURITÉ

Bitumes pour des conditions budgétaires (réduction des coûts)

- Bitumes modifiés avec des polymères Typ RC (selon SN 670 210 NA)
- Bitumes avec des spécifications élevées, par excellence:

PmB 45/80-80, PmB 90/135-80

Conditions environnementales extrêmes: Bruit, Odeur... Nouvelles réglementations

- Bitume fortement modifié avec des Polymères (selon SN 670 210 NA)
- Bitume modifié avec des additifs qui neutralisent les odeurs (zones urbaines)



**ODEURS
RÉDUITES**
↓ 95 - 99%

2015 GLOBAL ROAD ACHIEVEMENT AWARDS

PROPRIÉTÉS FONDAMENTALES LORS DE LA SÉLECTION D'UN LIANT INNOVANT ?

3.0

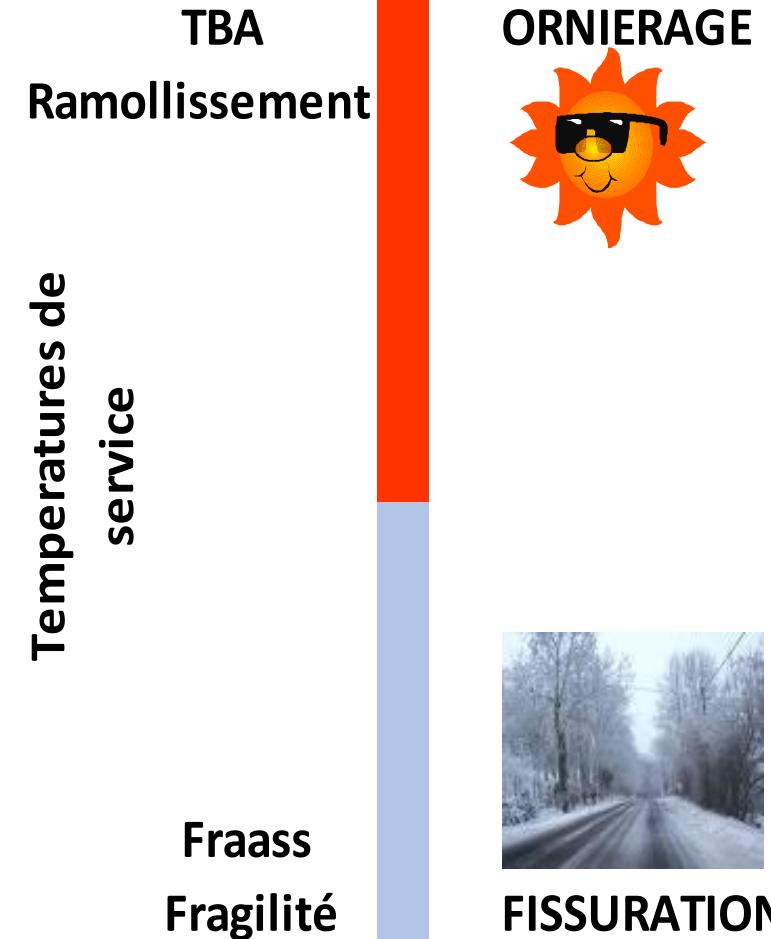
Sélection du bon liant

LES BITUMES MODIFIÉS POLYMÈRES SONT LA RÉPONSE

Propriétés fondamentales:

- Intervalle de plasticité
- Elasticité: R. élastique / MSCRT
- Cohésion: Force ductilité
- Adhésion/Rolling Bottle test
- Comportement à température élevée (DSR, Viscosité)
- Comportement à température basse / Fraass+BBR

INTERVALLE DE PLASTICITE



Bilan / Conclusion

Un liant qui peut tout faire, cela n'existe pas.

Il est inévitable de faire des compromis dans le choix du bon bitume: l'intervalle de plasticité seul n'est pas un critère suffisant pour ce choix à lui seul!

- Bitume additivé (PMB, Bitume dopé...)
 - Mauvaise interprétation de la TBA
 - Problématique de la méthode Fraass

Qualagon!!!

Choisir le liant bien adapté à vos besoin!

Questions-réponses

Q&A

