

# Exercices pratiques route ENTP



أسأل كل من استعمل الكتاب أن ينشره و يدعي  
لي من صالح الدعاء و لجميع المؤمنين

<http://enstp.web.officelive.com>

يا من تريد أن يحبك الله ، فأخلص له عيش واجبات

- 1 - أخلص له التوحيد ، فك تشك معه أحد ، أو تصرف في شيء من العبادة لغير الله .
  - 2 - حافظ على الصلوات الخمس جماعة .
  - 3 - تدهد كتابه العظيم القرآن ، فك تهجره ، فك تشترى بآيات الله من قلبك .
  - 4 - تطم سناً حبیب الله محمد صلى الله عليه وسلم وأعمل بها ولحقها .
  - 5 - أذم الذکر لیک ونهاراً وتكون لسانك رطياً من ذكر الله تعالى .
  - 6 - صاحب الصلحين والأخيار وزرهم .
  - 7 - أطلب العلم الموروث عن النبي صلى الله عليه وسلم .
  - 8 - تزود من النواخل لیک ونهاراً " وكزال عبدي يتعرب إلي بالنواخل حتى أحبه ، فإذا أحببته كنت سمعه الذي يسمع به وبصره الذي يبصر به " .
  - 9 - عليك بجلسة السحر لمن أراد الله به خيراً ، وهي الجلسة في آخر الليل إذا تنزل ملك الملوك سبحانه وتعالى الرحمن الرحيم الوامد الحمد في الثلث الأخير فصلي له ولوركتين .
  - 10 - جذر التوبة والاستغفار دائماً وأبداً .
- أَسْأَلُ اللَّهَ الْعَزِيزَ الْقَدِيرَ أَنْ يُوَفِّقَنَا لِمَا رَزَقَنَا مِنْهُ وَيَرْضَاكَ مِنْ هَذَا الصَّلَاحِ وَأَنْ يَبْعَثَنَا مَا يَرْضَاكَ وَيَهْدِنَا لِمَا يَنْفَعُنَا وَيَذْهَبِنَا إِلَى جَنَّاتِ النِّعَمِ وَالصَّلَاحِ وَالسَّلَامِ عَلَى الْبَيْتِ مُحَمَّدٍ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ وَأَشْهَدُ أَنْ لَا إِلَهَ إِلَّا اللَّهُ الْعَلِيُّ الْعَزِيزُ الْقَدِيرُ .



لماذا بكى رسول الله (صلى الله عليه وسلم)

اسأل الله عز وجل ان ينفعني واياكم بما نقرا  
روي يزيد القاشي .....عن انس ابن مالك قال :  
جاء جبريل الي النبي (صلى الله عليه وسلم) في ساعه ما كان يأتيه فيها متغير اللون.

فقال له النبي (صلى الله عليه وسلم): ' مالي اراك متغير اللون؟'

فقال : ' يا محمد جئتكَ في الساعه التي امر الله بمنافخ النار ان تنفخ فيها ولا ينبغي لمن يعلم ... ان جهنم حق ... وان النار حق ... وان عذاب القبر حق ... وان عذاب الله اكبر ان تقر عينه حتي يأمنها.'

فقال النبي (صلى الله عليه وسلم): ' يا جبريل صف لي جهنم'

قال : ' ان الله تعالى لما خلق جهنم

اوقد عليها الف سنه فاحمرت...

ثم اوقد عليها الف سنه حتي ابيضت ...

ثم اوقد عليها الف سنه حتي اسودت ...

فهي سوداء مظلمه لا ينطفئ لهبها ولا جمرها

- والذي بعثك بالحق لو ان خرم ابرة فتح منها لاحترق اهل

الدنيا عن اخرها من حرها ...

- والذي بعثك بالحق لو ان ثوبا من اثواب اهل النار علق بين

السماء والارض لمات اهل الارض من نتنها وحرها عن اخرهم

لما يجدون من حرها ....

- والذي بعثك بالحق نبيا لو ان ذراعا من السلسله الذي

ذكرها الله تعالى في كتابه وضع علي

جبل لذاب حتي يبلغ الارض السابعة ...

- والذي بعثك بالحق نبيا لو ان رجلا بالمغرب يعذب لاحترق

الذي بالمشرق من شدة عذابها

قال عليه الصلاة والسلام: 'يا جبريل عظمت مصيبتى واشتد  
حزنى او يدخل احد من امتى النار؟'  
قال جبريل: 'نعم اهل الكبائر من امتك'  
ثم بكى رسول الله ( وبكى جبريل ودخل رسول الله ( صلى الله  
عليه وسلم)) منزله واحتجب عن الناس فكان لا يخرج الا الى  
الصلاة يصلي ويدخل ولا يكلم احدا. ياخذ في الصلاة يبكي ويتضرع  
الى الله تعالى.

حرها شديد ... وقعرها بعيد ..... وحليها حديد .... وشرابها  
الحميم والصديد ... وثيابها مقطعات النيران ... لها سبعة ابواب ...  
لكل باب منهم مقسوم من الرجال والنساء  
فقال (صلى الله عليه وسلم): 'اهي كابوابنا هذه؟'  
قال جبريل: 'لا ... ولكنها مفتوحة بعضها اسفل من بعض ... من  
باب الى باب مسيره سبعين سنه ... كل باب منها اشد حرا من  
الذي يليه سبعين ضعفا ... يساق اعداء الله اليها فاذا انتهوا الي  
بابها استقبلتهم الزبانيه بالاغلال والسلاسل فتسلك السلسه في  
فمه وتخرج ومن دبره وتغل يده اليسرى الى عنقه وتدخل يده  
اليمنى في فؤاده وتنزع من بين كتفيه وتشد بالسلاسل ويقرن كل  
ادمي مع شيطان في سلسله ويسحب علي وجهه وتضربه  
الملائكه بمقاطع من حديد كلما ارادوا ان يخرجوا منها من غم  
اعيدو فيها'

فقال النبي (صلى الله عليه وسلم): 'من سكان هذه الابواب؟'  
فقال جبريل:

- اما الباب الاسفل ففيه المنافقون ومن كفر من اصحاب المائده  
وال فرعون واسمها الهاويه
- والباب الثاني فيه المشركون واسمه الجحيم
- والباب الثالث فيه الصابئون واسمه سقر
- والباب الرابع فيه ابليس ومن اتبعه والمجوس واسمه لظي
- والباب الخامس فيه اليهود واسمه الحطمه
- والباب السادس فيه النصاري واسمه العزيز

ثم امسك جبريل حياء من رسول الله صلى الله عليه وسلم فقال  
له عليه السلام:

'الا تخبرني من سكان الباب السابع؟'



فقال جبريل : ' فيه اهل الكبائر من امتك الذين ماتو ولم يتوبو  
فخر النبي (صلى الله عليه وسلم) مغشيا عليه فوضع جبريل راسه  
على حجره حتى افاق فلما افاق  
- فلما كان اليوم الثالث اقبل ابو بكر رضي الله عنه حتي وقف  
بالباب وقال : ' السلام عليكم يا اهل بيت الرحمة هل الي رسول  
الله من سبيل؟'  
فلم يجيبه احد فتنحي باكيا .

- فاقبل عمر رضي الله عنه فوقف بالباب وقال : ' السلام عليكم يا  
اهل بيت الرحمة هل الي رسول الله من سبيل؟'  
فلم يجيبه احد فتنحي باكيا ..

- فاقبل سلمان الفارسي حتي وقف بالباب وقال : ' السلام عليكم  
يا اهل بيت الرحمة هل الي مولاي رسول الله من سبيل؟'  
فاقبل يبكي مره ... ويقع مره ... ويقوم اخرى ... حتي اتى بيت  
فاطمه ووقف

بالباب ثم قال : ' السلام عليكم يا ابنه رسول الله (صلى الله عليه  
وسلم) ' )

وكان علي رضي الله عنه غائبا  
فقال : ' يا ابنة رسول الله .... ان رسول الله (صلى الله عليه وسلم) )  
قد احتجب عن الناس فليس يخرج الا الي الصلاة فلا يكلم احدا ولا  
ياذن لاحد في الدخول ' )

فاشتملت فاطمه بعباءه قطوانيه واقبلت حتي وقفت على باب  
رسول الله

(صلى الله عليه وسلم) ثم سلمت وقالت فاطمه : ' يا رسول الله  
انا فاطمه ' ....

ورسول الله (صلى الله عليه وسلم) ساجدا يبكي فرفع رأسه  
وقال صلى الله عليه وسلم : ' ما بال قرّة عيني فاطمه حجت عني  
؟ افتحوا لها الباب ' )

ففتح لها الباب فدخلت فلما نظرت الي رسول الله بكت بكاء شديدا  
لما رأت من حاله مصفرا متغيرا قد ذاب لحم وجهه من البكاء والحزن  
فقالت : ' يا رسول الله ما الذي نزل عليك؟'

- وكم من امرأه من امتي قد قبض علي ناصيتها تقاد الي النار  
وهي تنادي وا فضيحتاه وا هتك  
ستراه'

حتى ينتهي بهم الى مالك فإذا نظر اليهم مالك  
قال مالك للملائكة: 'من هؤلاء؟ فما ورد علي من الاشقياء اعجب  
شأنا من هؤلاء لم تسود وجوههم ولم تزرق اعينهم ولم يختم علي  
افواههم ولم يقرنو مع الشياطين ولم توضع السلاسل والاغلال في  
اعناقهم!'

فيقول الملائكة: 'هكذا امرنا ان ناتيكم بهم على هذه الحالة'  
فيقول لهم مالك: 'يا معشر الاشقياء من انتم؟'  
(وروي في خبر اخر) انهم لما قادتهم الملائكة  
قالوا: 'وا محمداه فلما رأوا مالكا نسوا اسم محمد من هيئته.'  
فيقول لهم: 'من انتم؟'  
فيقولون: 'نحن ممن انزل علينا القرآن ونحن ممن يصوم رمضان.'  
فيقول مالك: 'ما انزل القرآن الا علي امة محمد  
فإذا سمعوا اسم محمد صاحوا: نحن من  
امة محمد صلي الله عليه وسلم  
فيقول لهم مالك: 'اما كان لكم في القرآن زاجر عن معاصي الله  
تعالى؟'

فإذا وقف بهم علي شفير جهنم ونظروا الي النار والي الزبانية  
قالوا: 'يا مالك ائذن لنا لنبكي على انفسنا'  
فيأذن لهم فيكون الدموع حتي لم يبق لهم دموع فيكون الدم .  
فيقول مالك: 'ما احسن هذا البكاء لو كان في الدنيا فلو كان في  
الدنيا من خشية الله ما مستكم النار اليوم'  
فيقول للزبانية: 'ألقوهم ... ألقوهم في النار'  
فإذا القوا في النار نادوا بأجمعهم 'لا اله الا الله'  
فترجع النار عنهم

فيقول مالك: 'يا نار خذيهم.'  
فتقول النار: 'كيف اخذهم وهم يقولون (لا اله الا الله)؟'  
فيقول مالك: 'نعم بذلك امر رب العرش...'  
فتأخذهم فمنهم من تأخذه الي قدميه ... ومنهم من تأخذه الي  
ركبتيه ... ومنهم من تأخذهم الي حقوبه .... ومنهم من تأخذهم  
الي حلقه ... فإذا اهوت النار الي وجهه



قال مالك: ' لا تحرقى وجوههم فطالما سجدوا للرحمن في الدنيا ولا تحرقى قلوبهم فطالما عطشوا في شهر رمضان فيبقون ما شاء الله فيها '

ويقولون: ' يا ارحم الراحمين يا حنان يا منان ' فقال: ' يا فاطمه جاءني جبريل ووصف لي ابواب جهنم واخبرني ان في اعلي بابها اهل الكبائر من امتي فذاك الذي ابكاني واحزنني ' قالت: ' يا رسول الله كيف يدخلونها؟! '

قال: ' بل تسوقهم الملائكة الي النار وتسود وجوههم وتزرق اعينهم ويختم على افواههم ويقرنون مع الشياطين ويوضع عليهم السلاسل والاغلال '

قالت: ' يا رسول الله كيف تقودهم الملائكة؟! '

قال: ' اما الرجال ... فباللحي واما النساء فبالذوائب والنواصي - فكم من ذي شية من امتي يقبض على لحي وهو ينادي وا شيتاه وا ضعفاه .. '

- وكم من شاب قد قبض على لحيته يساق الي النار وهو ينادي وا شباباه وا حسن صورتاه . -- فاذا انفذ الله تعالى حكمه.

قال الله تعالى: ( يا جبريل ما فعل العاصون من امة محمد صلي الله عليه وسلم )

فيقول جبريل: ' اللهم انت اعلم بهم فيقول انطلق فانظر ما حالهم ... '

-- فينطلق جبريل عليه السلام الي مالك وهو علي منبر من نار في وسط جهنم .... فاذا نظر مالك علي جبريل عليه السلام قام تعظيما له.

فيقول له جبريل: ' ما ادخلك هذا الموضع؟ ' فيقول: ' ما فعلت بالعصاة العاصيه من امة محمد (صلى الله عليه وسلم)؟ '

فيقول مالك: ' ما اسوء حالهم ... واضيق مكانهم ... قد احترق اجسامهم ... واكلت لحومهم ... وبقيت وجوههم وقلوبهم يتلأأ فيها الايمان '

فيقول جبريل: ' ارفع الطباق عنهم حتي انظر اليهم ' ... '



.. قال فيأمر مالك الخزانة فيرفعون الطبق عنهم ... فإذا نظروا الي جبريل والي حسن خلقه .. علموا انه ليس من ملائكة العذاب .  
 فيقولون: ' من هذا العبد الذي لم نرا احدا قط احسن منه ؟'  
 فيقول مالك: ' هذا جبريل الكريم الذي كان ياتي محمدا بالوحي '  
 - فإذا سمعوا ذكر محمد صاحوا بأجمعهم: 'أقرئ محمدا منا السلام وأخبره ان معاصينا فرقت بيننا وبينك ... وأخبره بسوء حالنا ..  
 فينطلق جبريل حتي يقوم بين يدي الله تعالى ..  
 فيقول الله تعالى: (كيف رايت امة محمد ؟)  
 فيقول جبريل: ' يا رب ما اسوء حالهم وأضيق مكانهم ' ..  
 فيقول الله تعالى: (هل سألوك شيئا ؟ ) ...  
 فيقول جبريل: ' يا رب نعم سألوني ان اقرئ نبيهم منهم السلام وأخبره بسوء حالهم ..  
 فيقول الله تعالى: ( أنطلق فاخبره ) ..  
 فينطلق جبريل الي النبي وهو في خيمه من درة بيضاء لها اربعة الاف باب لكل باب مصراعان من ذهب ..  
 فيقول جبريل: ' يا محمد قد جئتكَ من عند العصابة العصاة الذين يعذبون من أمتك في النار ... وهم يقرئونك السلام .. ويقولون ما اسوء حالنا واضيق مكاننا ..'  
 فيأتي النبي الي تحت العرش فيخر ساجدا ويثني علي الله تعالى ثناء لم يثن عليه احد مثله ..  
 فيقول الله تعالى: (ارفع راسك .. وسل تعط .. واشفع تشفع )  
 فيقول صلى الله عليه وسلم) ' الاشقياء من امتي قد انفذت فيهم حكمك وانتقمت منهم فشفعني فيهم '  
 فيقول الله تعالى: (قد شفعتك فيهم .. فأت النار فأخرج منها من قال لا الله الا الله)  
 فينطلق النبي فإذا نظر مالك النبي صلى الله عليه وسلم قام تعظيما له  
 فيقول صلى الله عليه وسلم): ' يا مالك ما حال امتي الاشقياء ؟ '  
 فيقول مالك: ' ما اسوء حالهم .. واضيق مكانهم .. '  
 فيقول محمد: ' افتح الباب وارفع الطبق '

فإذا نظر اصحاب النار الي محمد صلى الله عليه وسلم .. صاحوا بأجمعهم فيقولون ... يا محمد احرق النار جلودنا واحرقنا اكبادنا ..



\* فيخرجهم جميعا وقد صاروا فحما قد اكلتهم النار فينطلق بهم الي نهر بباب الجنة يسمى نهر الحيوان فيغتسلون منه فيخرجون منه شبابا جردا مردا مكحليين وكأن وجوههم مثل القمر مكتوب علي جباههم

(الجهنميون عتقاء الرحمن من النار) ...

فيدخلون الجنة فاذا رأي اهل النار قد اخرجوا منها قالو :يا

ليتنا كنا مسلمين وكنا نخرج من النار ..

وهو قوله تعالى ((ربما يود الذين كفروا لو كانوا مسلمين))

(صوره الحجر 2)

وعن النبي صلى الله عليه وسلم) قال :((اذكروا من النار ما

شئتم فلا تذكرن شيئا الا هو اشد منه)) ...

وقال : (( ان اهون اهل النار عذابا .. لرجل في رجله نعلان

من نار يغلي منهما دماغه كأنه مرجل .. مسامعه جمر ..

واضراسه جمر ... و اشفاره لهب النيران .. وتخرج احشاء

بطنه من قدميه .. وانه ليري انه اشد اهل النار عذابا .. وانه

من اهون اهل النار عذابا)) ..

وعن ميمون بن مهران انه لما نزلت هذه الاية ((وان جهنم

لموعدهم اجمعين)) (سورة الحجر 43) وضع سلمان يده

على رأسه وخرج هاربا ثلاثة ايام .. لا يقدر عليه حتى جيئ

صلاة وسلاما لك يا حبيبي يا رسول الله

اللهم أجرنا من النار ..... اللهم أجرنا من النار

.....اللهم أجرنا من النار

اللهم اجر كاتب هذه الرسالة من النار

اللهم اجر قارئها من النار

اللهم اجر مرسلها الي اخواننا من النار

اللهم اجرنا والمسلمين ومن قال لا اله الا الله محمد رسول

الله من النار

اللهم آمين .. آمين .. آمين



## Route 1:

### Chapitre 2:

#### La notion d'adhérence.

L'adhérence pour les véhicules se définit par la quantité  $P$ :

$$\vec{F} = P \cdot \vec{f}_e$$

Le coefficient de frottement longitudinal dépend de :

- la rugosité superficielle de la chaussée.
- les caractéristiques des pneumatiques.
- la vitesse.

#### On a:

$V \uparrow \rightarrow$  l'adhérence de la chaussée ( $\downarrow$ )  $\rightarrow$  le temps de fluidité ( $\uparrow$ )  $\rightarrow f_r (\downarrow)$ .

$V (\downarrow) \rightarrow$  l'adhérence de la chaussée ( $\uparrow$ )  $\rightarrow$  le temps de fluidité ( $\downarrow$ )  $\rightarrow f_r (\uparrow)$ .

La valeur moyenne normale  $f = 0,40$ .

distance de freinage  $d_0 = \frac{v^2 (m/s)}{2g f_L} = \frac{V_8^2}{2g (3,6)^2 f_L} \Rightarrow$  "En alignement"

\* Cas :  $g = 10 m/s^2$  et  $v (m/s) = \frac{V}{3,6}$

$$d_0 (m) = \frac{V_8^2 (km/h)}{260 f_L}$$

\* Cas où la route est déclinée "rampe ou pente"

$$d_0 = \frac{v^2}{2g(f_L \pm i)} = \frac{(3,6)^2 \cdot v^2}{2g(f_L \pm i)}$$



$$d_0 = \frac{v^2}{260(f_L \pm i)}$$

avec :

$d_0$  : la distance de freinage d'un véhicule sur une route en palier ( $\alpha = 0 \Rightarrow$  terrain plat).

$i$  : Etant la dénivelité comptée positivement en rampe et négativement en pente.

\* la distance pour que le conducteur voit l'obstacle et pour réagir sur les freins ("temps perception-réactions").

$$d_{11} = vt_1 = \frac{V}{3,6} t_1$$

\* la distance sur laquelle devrait s'exercer le freinage pour obtenir l'arrêt :

$$d_0 = \frac{v^2}{260 f_L}$$

la distance de dépassement :

Distance de dépassement  $d = 8 + 0,2 v + 0,003 v^2$

Distance d'arrêt en alignement :

- \*  $d_2 = \frac{V t_1}{3,6} + \frac{V^2}{260 f_L}$  en palier et en alignement.
- \*  $d_1 = \frac{V t_1}{3,6} + \frac{V^2}{260(f_L \pm i)}$  en dénivelité. "rampe" "pente"

Distance d'arrêt en courbe :

- \*  $d_2 = d_1 + 0,25 d_0$  si  $R \leq 5 \cdot V$
- \*  $d_2 = d_1$  si  $R > 5 \cdot V$

$d_1$  : distance d'arrêt

$d_0$  : distance de freinage



$$TD. Route = \frac{20.6V}{2.8} = \frac{5.8V}{2.8} + \frac{13.8V}{2.8} = 16.15$$

### Exercice 1:

$$V_M = V_B = 95 \text{ km/h}, l_3, E_2.$$

1) Calculer les différentes distances dans les cas suivants:

a. Route en palier "en section alignement"

b. Route en pente de 5%.

c. Route en courbe  $R = 380m$

### Solution =

$$a. d_0(m) = \frac{V_8^2}{2g f_L} = \frac{V_8^2}{(3.6)^2 2g f_L} = \frac{V_8^2}{260 f_L} = \frac{4}{1000} \frac{V_8^2}{f_L}$$

$$d_0(m) = \frac{4}{1000} \frac{V_8^2}{f_L}$$

A.N:

$$V_8 = 95 \text{ km/h}, f_L(95) = \frac{f_L(90) + f_L(100)}{2}$$

$$f_L(90) = \frac{f_L(80) + f_L(100)}{2} = \frac{0.40 + 0.43}{2} = 0.415$$

$$f_L(95) = \frac{0.415 + 0.4}{2} = 0.4075$$

$$d_0 = \frac{4}{1000} \frac{95^2}{0.4075} = 88.60 \approx 89m$$

b. En pente 5%:

$$d_0(m) = \frac{V^2}{2g(f_L - i)} = \frac{95^2}{2g(3.6)^2(f_L - i)} = \frac{V_8^2}{28(3.6)^2(f_L - i)}$$

$$\text{On pose: } \frac{1}{28(3.6)^2} = \frac{1}{259.2} \approx \frac{1}{260} \approx \frac{4}{1000}$$

$$d_0(m) = \frac{95^2(4)}{1000(0.4075 - 0.05)} = 100.98 \approx 101m$$

Distance de freinage

Alignement

Pente



$$2/d_1 = \frac{V_8 \cdot t_1}{3,6} + \frac{V_8^2}{260 f_L} = \frac{V_8 \cdot t_1}{3,6} + d_0 \cdot \frac{V_8^2}{260 f_L}$$

$$d_1 = \frac{95}{3,6} (1,8) + \frac{95^2}{260 (0,4075)} = 136,5 \text{ m}$$

$$d_1 = 136,5 \text{ m} \rightarrow \text{eu palier.}$$

$$* d_1 = \frac{V_8 \cdot t_1}{3,6} + d_0 \cdot \frac{V_8^2}{260 f_L} = \frac{95(1,8)}{3,6} + 101 = 148,5 \text{ m.}$$

$$d_1 = 148,5 \text{ m} \rightarrow \text{eu pente.}$$

$$* d_2 = d_1 + 0,25 d_0 = 136,5 + 0,25 (89) = 158,75 \text{ m.}$$

$$d_2 = 158,75 \text{ m} \rightarrow \text{eu courbe. eu palier.}$$

$$d_2 = d_1 + 0,25 d_0 = 148,5 + 0,25 (101) = 173,75 \text{ m.}$$

$$d_2 = 173,75 \text{ m} \rightarrow \text{eu courbe eu pente.}$$

Dans le cas où  $d_2$ , on respecte la règle.

$$\begin{cases} SV \leq R \Rightarrow d_2 = d_1 + 0,25 d_0 \\ R < SV \Rightarrow d_2 = d_1 \end{cases}$$

3/ la distance  $d_{md}$ :

$$d_m = 2 \cdot V \cdot t = 2 \cdot \frac{V_8 \cdot t}{3,6} = 2 \cdot \frac{95}{3,6} (t)$$

Inter-  
polation.  
"dépassement  
cour"

$$140 \text{ km/h} \rightarrow 9 \text{ s.}$$

$$90 \text{ km/h} \rightarrow 7,2 \text{ s.}$$

$$95 \text{ km/h} \rightarrow x$$

$$\Rightarrow (x = 7,38 \text{ s.})$$

$$d_{md} = 2 \cdot \left( \frac{95}{3,6} \right) (7,38) = 389,5 \text{ m.}$$



$$d_{md}(95 \text{ km/h}) = \frac{d_{md}(80) + d_{md}(100)}{2} = 275 \text{ m.}$$

84%.

$$d_{md}(90 \text{ km/h}) = \frac{d_{md}(80) + d_{md}(100)}{2} = 250 \text{ m}$$

### Exercice 2:

#### 1. la longueur de freinage

$$N_1 = N_2 = \frac{P}{2}$$

$$T_1 = T_2 = \frac{P f_L}{2}, d_0 = \frac{4}{10}$$

$$0 - \frac{1}{2} m v^2 = d_0 \left( -\frac{P}{2} f_L - \frac{P}{2} f_L \right) \Rightarrow \frac{1}{2} P v^2 = g d_0 P \frac{f_L}{1}$$

$$d_0 = \frac{v^2}{2g f_L} = \frac{v_B^2}{2 \cdot (3,6)^2 g f_L} = \frac{4}{100} \frac{v_B^2}{g f_L}$$

$$d_0 = \frac{v^2}{2g f_L} = \frac{4 v_B^2}{100 g f_L}$$

#### 2. $d_0$ en pente de $\alpha$ %:

$$\alpha: \text{petit} \Rightarrow \sin \alpha \approx \alpha = i.$$

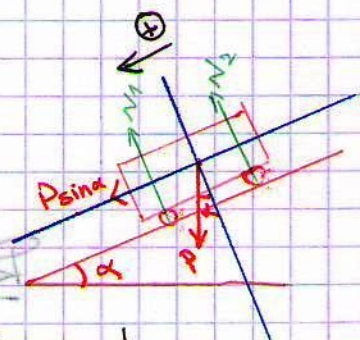
$$0 - \frac{1}{2} m v^2 = -\frac{P f_L}{2} d_0 - \frac{P}{2} d_0 + P \sin \alpha \cdot d_0.$$

$$\Rightarrow d_0 = \frac{-v^2}{2g(f_L - i)}$$

$$d_0 = \frac{v^2}{2g(f_L - i)} = \frac{4 v_B^2}{100 g(f_L - i)}$$

### Conclusions:

la distance nécessaire de freinage augmente lorsque le véhicule se trouve en pente et elle diminue lorsqu'il est en rampe.





### 3/ Application véhicule dans un tunnel = ( $v_r = 60 \text{ km/h}$ )

Tout véhicule sortant d'un tunnel s'arrête devant un carrefour, la route rencontrée étant prioritaire, il doit bénéficier au moins une longueur = la distance d'arrêt entre la sortie et le carrefour, en supposant que dans le tunnel ne dispose d'une visibilité d'une dans le carrefour en terrain plat :  $d_1 = 64 \text{ m}$  ( $v_r = 60 \text{ km/h}$ )

• Routage en pente:  $(i = 5\%)$   $\downarrow$   $E_3, C_3$   
B40

Distance de freinage:  $d_0 = \frac{4}{1000} \frac{60^2}{(0.42 - 0.05)} = 35 \text{ m}$

Où  $\frac{v^2}{2gS} = \frac{v^2}{2 \cdot 9.8 \cdot 0.05} = 31 \text{ m}$

$d_0 = \frac{4}{1000} \frac{60^2}{0.46(10)} = 31 \text{ m}$

$d_1 = \frac{vt = 25}{3.6} + 31 = 64 \text{ m}$

Remarque:  $E_1 > 120 \text{ km/h}$   $E_2 < 120 \text{ km/h}$

#### \* Question 3

1. Premièrement, la possibilité de dépassement est insuffisante sur le tracé du moins le  $v = 100 \text{ km/h}$ .

• des zones pour les quelles, on peut amorcer sans danger le 1<sup>er</sup> déplacement pour suivre le membreure.

Sont les points du tracé pour les quelles, les



Conducteurs disposent d'une distance de visibilité sur le 1<sup>er</sup> véhicule en sens inverse, au moins égale à  $d_{MD}(100) = 300\text{ m}$ .

$$A \rightarrow B : AF = 1525\text{ m}, \quad GB = 485\text{ m}.$$

$$B \rightarrow A : BC = 130\text{ m}, \quad DA = 1810\text{ m}.$$

des sections  $\{FG(490)$  sous  $A \rightarrow B$ .

$\{ED(500)$  sous  $B \rightarrow A$ .

Sont des sections où la visibilité  $< 300\text{ m}$ .

### Conclusions:

Pour toute route directionnelle, on doit assurer une visibilité égale à  $d_{MD}$  sur au moins la moitié du tracé.

Pour notre cas, le résultat est en corrélation avec celui trouvé dans la 1<sup>re</sup> question.

• la possibilité de dépassement est insuffisante pour ce tracé de moins de  $V_s = 100\text{ km/h}$ .

• Sur les sections où la visibilité est égale à  $d_{MD}$  ou plus le véhicule dépasse.

• Sur les sections où la visibilité  $\leq d_{MD} \Rightarrow$  ligne continue.  
"dépassement dangereux"

• Sur les sections intermédiaire (visibilité entre  $d_{MD}$  et  $d_{MD}$ ) des points avec flèche de rabattement

$$d = f(x) \quad , \quad d_{\text{moy}} = \frac{1}{2500} \int_0^{2500} f(x) dx = \text{I aires sous le graphe.}$$

$$A \rightarrow B : \Sigma D = 8876,750 \cdot 10^2 \text{ m}^2 \quad , \quad B \rightarrow A : A = 9133,10^2$$

$$\Rightarrow d_{\text{moy}} = 368\text{ m}.$$



## Conclusion:

On voit que la variation reste faible malgré la distance pente relativement forte.

On peut donc la négliger devant la présentation arrondie de la valeur normalisée.

## Exercice 23

$$V_1 = 100 \text{ km/h.}$$

1. des zones où l'en a toute sécurité, sont celle où l'en peut assurer une distance de visibilité au moins égale la

" $d_m$ " " $d = d_m$ "

$$A \rightarrow B : d_m = 2 \cdot v \cdot t = \frac{2 V_B}{3,6} t = 2(100)(t) = 420 \text{ m.}$$

Par interpolation:

$$140 \text{ km/h} \rightarrow 9 \text{ s.}$$

$$100 \text{ km/h} \rightarrow x$$

$$80 \text{ km/h} \rightarrow 7,2 \text{ s}$$

$$\left. \begin{array}{l} 140 \text{ km/h} \rightarrow 9 \text{ s.} \\ 100 \text{ km/h} \rightarrow x \\ 80 \text{ km/h} \rightarrow 7,2 \text{ s} \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{140 - 80}{9 - 7,2} = \frac{140 - 100}{9 - x}$$

$$x = 7,56 \text{ s}$$

$$d_m = 2(100)(7,56) = 1512 \text{ m.}$$

$$d_m = 420 \text{ m "graphe"}$$

$$A \rightarrow C (350 \text{ m}), D \rightarrow E (250 \text{ m}), E \rightarrow F (265 \text{ m}).$$

$$B \rightarrow H (480 \text{ m}).$$

$$A \rightarrow B = 350 + 250 = 600 \text{ m} \quad (24 \% \text{ du tracé})$$

$$B \rightarrow A = 265 + 480 = 745 \text{ m} \quad (30 \% \text{ du tracé})$$



Exercice 3:  $v_B = 65 \text{ km/h}$ ,  $C_3, E_2$ .

1°) la distance de visibilité = d:

\* B obstacle fixe:

$$d = d_{\text{arrêt}} = d_1 = \frac{4}{1000} \frac{v^2}{f_L} \frac{v t_2}{3,6}$$

$$\left. \begin{array}{l} f_L(80) = 0,43 \\ f_L(65) = x \\ f_L(60) = 0,46 \end{array} \right\} \Rightarrow f_L(65) = 0,4525$$

$$d = \frac{4}{1000} \frac{65^2}{0,4525} \frac{65(2)}{3,6} = 73,46 \text{ m.}$$

$$\text{où } d_1(60) = 64 \text{ m}$$

$$d_1(80) =$$

$$\Rightarrow d_1(65) = 72,75 \text{ m}$$

\* B: obstacle : véhicule routant en sens inverse

$$d = d_{md}(65).$$

$$\left. \begin{array}{l} d_{md}(60) \rightarrow 120 \\ d_{md}(80) \rightarrow 200 \end{array} \right\} d_{md}(65) = 140 \text{ m.}$$

2°) Le rayon minimal assurant la stabilité en courbe:

$$R = R_{\text{Hm}} = \frac{v_B^2}{127[f_L(65) + d]}$$

$$f_L(65) = 0,1725$$

"par interpolation  
page 13"

$$R = R_{\text{Hm}} = \frac{65^2}{127[0,1725 + 0,08]} \approx 132 \text{ m.}$$



3/ Déterminer si  $Q = 300 \text{ m}^3$ .

$$R_{Hm}(65) = 132 \text{ m}.$$

$$R_{Hm}(65) = R_{Hm}(65+20) = \frac{65+20}{127[f_t(65+20)+d]}$$

$$R_{Hm} \rightarrow d_{\max} = 8\% \text{ "B40"}.$$

$$\bullet R_{Hm}(65) = 254 \text{ m}.$$

$$\bullet R_{Hd}(65) = \frac{65^2}{127(2)(0,03)} = 554 \text{ m}.$$

$\nwarrow d_{\min}$

$$R_{Hd}(V_3) = \frac{V_3^2}{127(2)d_{\min}}$$

On vérifie maintenant:

$$\begin{array}{ccccc} 254 & & 300 & & 554 \\ R_{Hm} & < & R & < & R_{Hd} \\ \Downarrow & & \Downarrow & & \Downarrow \\ d = d_{\max} = 8\% & & d = ? & & d = 3\% \end{array}$$

$$\frac{0,06 - 0,03}{\frac{1}{254} - \frac{1}{554}} = \frac{d - 0,03}{\frac{1}{300} - \frac{1}{554}} \Rightarrow d = 5,15\% \approx 5,5\%.$$

Remarque:

On procède par interpolation en  $\frac{1}{Q}$  pour  $d$  uniquement pour  $R_{Hm} < R < R_{Hd}$ .

Pour tout  $R < R_{Hd}$   $d$  sont et  $d = d_{\min}$ .



## Série 2: chapitre 3 "Tracé en plan".

Exercice 1:  $V_r = 60 \text{ km/h}$ ,  $C_2$ ,  $E_2$ .

1.  $R_{HN}(60) = 250 \text{ m}$  "B40", Calculer  $V_{\max}$  en dérapage dans ce virage ( $\pm 1 \text{ km/h}$ ).

- la condition de stabilité en courbe "page 5"

$$R = \frac{V_8^2}{127(f_t + d)} \Rightarrow V_8 = \sqrt{127 R [f_t(V_8) + d]}$$

$$V_8 = 80,81 \text{ km/h.} \quad V_8 > V_{\max}.$$

Par itérations:

$$\left. \begin{array}{l} f_t(60) \rightarrow 0,16 \\ f_t(65) \rightarrow x \\ f_t(80) \rightarrow 0,13 \end{array} \right\} \begin{array}{l} f_t + 5 \text{ km/h} \\ f_t(65) = 0,16 - 0,0075 \\ f_t(65 \text{ km/h}) = 0,1525. \end{array}$$

Vérification 2

$$R \geq \frac{80,81^2}{127 [f_t(80,81) + 0,05]} = 281 \text{ m.}$$

$$f_t(80,81) \simeq f_t(80) = 0,13.$$

$$\Rightarrow R \geq 281 > 250 \text{ m} \Rightarrow \text{instabilité.}$$

$$\text{Soit } f_t(V_{\max}) = f_t(75) = 0,1375.$$

$$V_{\max} \leq \sqrt{127 (0,1375 + 0,05)} = 47,16 \text{ km/h.}$$

Vérification 3

$$R \geq \frac{47,16^2}{127 [f_t(47,16) + 0,05]} = 254 \text{ m}$$



$R \gg 254 \text{ m} \Rightarrow$  "instabilité".

et on continue par le  $P$  itératif.

on choisit  $V_{\max} = 73 \text{ km/h}$ .

$$R \gg \frac{73^2}{127 [f_L(73) + 0.005]} = 220,26 \text{ m}.$$

$$f_L(73) = \frac{-0.16 + 0.13}{20} (13) + 0.16 = 0.1406.$$

$$250 > R \gg 220,26 \Rightarrow \text{stable}.$$

donc:

$$V_{\max} = 73 \text{ km/h}.$$

2) Distance d'arrêt: " $\dot{x} = 0$ "

$$d_{\text{arrêt}} \begin{cases} d_1 \\ d_2 \end{cases}$$

$$250 \text{ m} - S(73) = 365 \text{ m} \Rightarrow d = d_2 = d_1 + 0,25 d_0.$$

$$d_2 = \frac{V+1}{3,6} + 1,25 d_0.$$

$$= \frac{V+1}{3,6} + 1,25 \frac{V^2}{260} (f_L \neq 0)$$

$$\left. \begin{array}{l} f_L(73) = ? \\ f_L(80) \rightarrow 0,39 \\ f_L(73) \rightarrow x \\ f_L(60) \rightarrow 0,42 \end{array} \right\} f_L(73) = 0,4005.$$

$$d_2 = \frac{4}{1000} \frac{73^2 (1,25)}{0,4005} + \frac{73(2)}{3,6}$$

$$d_2 = 107,08 \text{ m} \approx 108 \text{ m}.$$



$$3/ \underline{V = 70 \text{ km/h}}$$

Déraper  $\begin{cases} \rightarrow \text{oui} \\ \rightarrow \text{non} \end{cases}$  Justifier.

$$\dot{e} = 0.$$

$$R_{Y_1} \frac{70^2}{12 \cdot [0.45 + 0]} = 266,09 \text{ m} \cdot 250 \text{ m} \Rightarrow \text{instabilité} \\ \Rightarrow \text{déraperage.}$$

4/ la longueur de la clothoïde avec l'aire du cercle.

$$Y = 140 \text{ gr.}$$

$$L_{EY_1} \cdot \Delta d \cdot V_B.$$

$$L_{EY_1} \frac{5}{36} \Delta d \cdot V_B = \frac{5}{36} [5 - (-2,5)] \cdot 60.$$

$$L'' = L_{EY_1} 62,5 \text{ m.} \Rightarrow A = \sqrt{R \cdot L'} = 125 \text{ m.}$$

$$L_{\text{arc total}} = \widehat{K_A K_E} + \widehat{K_E K_{E'}} + \widehat{K_{E'} K_{A'}}$$

$$\widehat{K_E K_{E'}} = R\alpha. \quad \alpha = Y - 2\beta$$

$$Y = 2\beta + \alpha. \Rightarrow \alpha = Y - 2\beta.$$

$$R2\beta = L \Rightarrow \beta = \frac{L}{2R}.$$

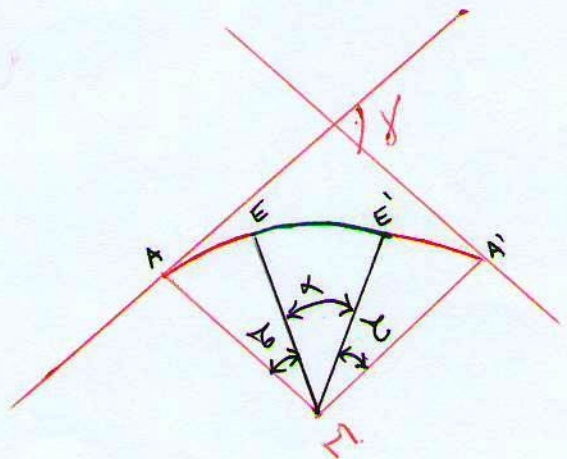
$$\beta = \frac{62,5}{2(250)} = 0,125 \text{ rd.}$$

$$\Rightarrow \alpha = 1,949 \text{ rd} = \frac{140\pi}{200} - 0,125(2).$$

donc:

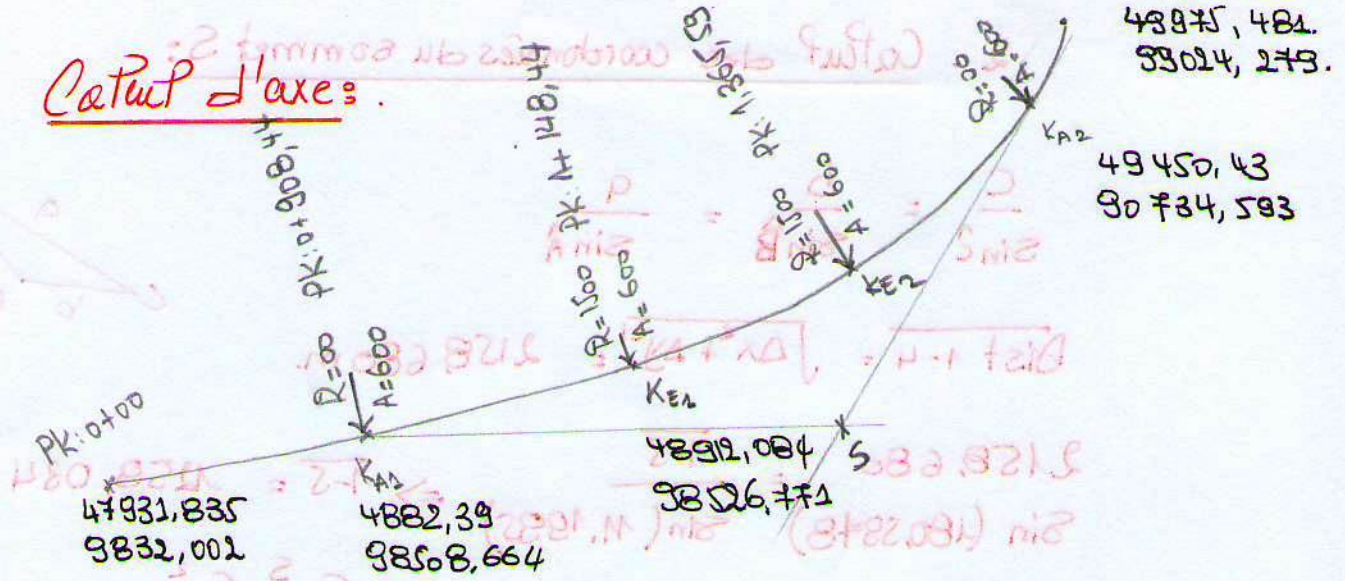
$$\cancel{L''} = K_{EE'} = R\alpha = 1,949(250) = 487,27 \text{ m.}$$

$$L_{\text{arc}} = 487,28 + 2L'' = 487,28 + 2(62,5) = 612,28 \text{ m.}$$





## Catégorie d'axe:



## 1. Catégorie:

- les coordonnées des points caractéristiques ( $K_{A1}$ ,  $K_{E1}$ ,  $K_{E2}$ ,  $K_{A2}$ ) et les PK des points caractéristiques.

## Solution:

### 1. Catégorie des gisements:

$$G_1^2 = \arctg \frac{\Delta x}{\Delta y} = 87,3261 \text{ gr.}$$

$$G_3^4 = \arctg \frac{\Delta x}{\Delta y} = 67,9238 \text{ gr.}$$

$$G_1^4 = \arctg \frac{\Delta x}{\Delta y} = 79,1233 \text{ gr.}$$

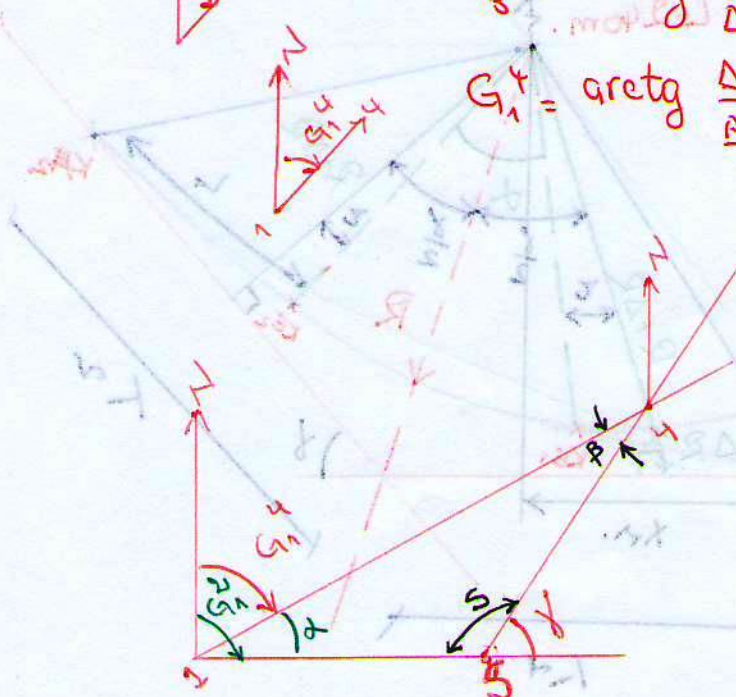
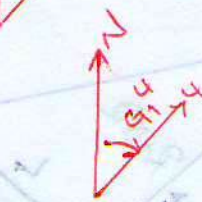
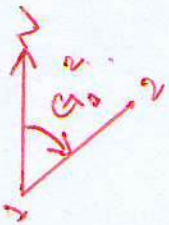
$$\alpha = G_1^2 - G_1^4 = 8,2028 \text{ gr.}$$

$$\beta = G_1^4 - G_3^4 = 11,9755 \text{ gr.}$$

$$\hat{S} = 200 - (8,2028 + 11,9755)$$

$$\hat{S} = 180,5978 \text{ gr.}$$

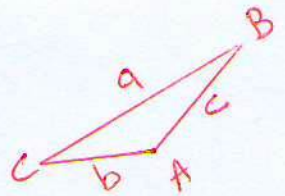
$$\gamma = 200 - \hat{S} = 19,4022 \text{ gr.}$$





## 2. Calcul des coordonnées du sommet S:

$$\frac{c}{\sin \hat{C}} = \frac{b}{\sin \hat{B}} = \frac{a}{\sin \hat{A}}$$



$$\text{Dist 1-4} = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} = 2158,680 \text{ m.}$$

$$\frac{2158,680}{\sin(180,5848)} = \frac{\overline{1-5}}{\sin(11,1935)} \Rightarrow \overline{1-5} = 1258,034$$

$$G_1^S = G_1^2$$

$$X_S = X_1 + \overline{1-5} \sin G_1^S = 49165,995 \text{ m.}$$

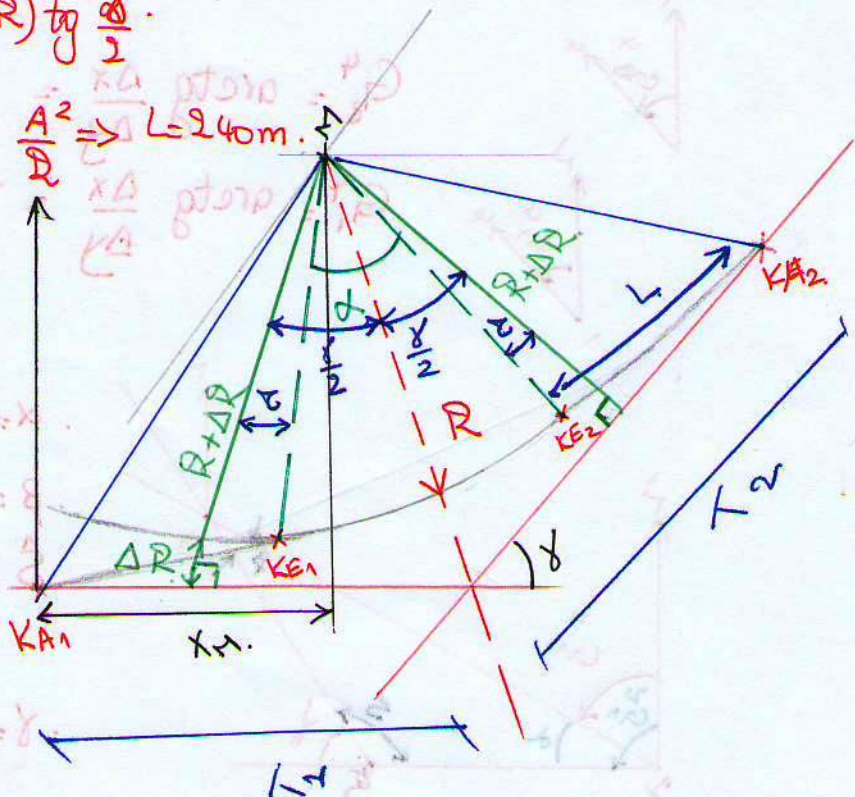
$$Y_S = Y_1 + \overline{1-5} \cos G_1^S = 98577,998.$$

## 3. Calcul des coordonnées des points caractéristiques:

$$A = 600 \text{ m et } D = 1500 \text{ m.} \quad T = X_{M_1} + T_1.$$

$$T_1 = X_{M_1} + (R + \Delta R) \tan \frac{\delta}{2}.$$

$$A^2 = LR \Rightarrow L = \frac{A^2}{R} \Rightarrow L = 240 \text{ m.}$$





$$L_R = \frac{240}{1500} = 0,16.$$

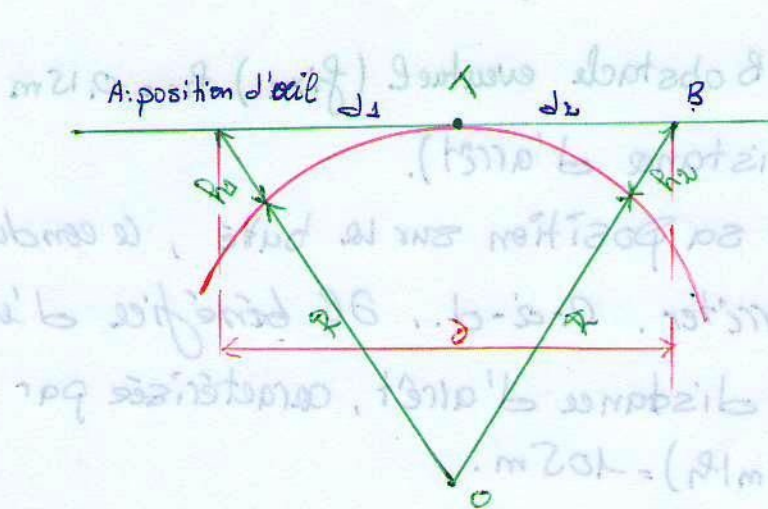
$$\left\{ \frac{X_M}{R} = 0,07983. \right.$$

$$\left\{ \frac{\Delta R}{R} = 0,001066 \Rightarrow \Delta R = R(0,001066) = 1,59 \approx 1,6. \right.$$

$$\lg G = \frac{X_m}{R + \Delta R}, \quad G = 5,0930,$$



### Exercice 4 :



B: obstacle permanent  
ou obstacle éventuel.

$h_1 = 1,1$  m: hauteur d'œil

1. La droite AB symbolise la vision du conducteur A. Soit être tangente à la butte du rayon R. Soit T le point de tangence.

$$OA^2 = OT^2 + TA^2 \Rightarrow (h_1 + R)^2 = R^2 + d_1^2$$

$$\Rightarrow h_1^2 + 2Rh_1 + R^2 = d_1^2 + R^2$$

$$\Rightarrow d_1 = \sqrt{2Rh_1} \quad , \quad d_2 = \sqrt{2Rh_2}$$

$$\Rightarrow d^2 = (\sqrt{2Rh_1} + \sqrt{2Rh_2})^2$$

$$\Rightarrow d^2 = 2R(h_1 + h_2) + 4R\sqrt{h_1 h_2}$$

$$\Rightarrow R = \frac{d^2}{2(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}$$

R est proportionnelle à  $d^2$ .

Donc :

$R < d^2 \Rightarrow$  distance de visibilité

n'est pas respectée.



2.  $V_1 = 80 \text{ km/h}$  ( $E_3, C_2$ ):

1<sup>er</sup> cas: B obstacle eventuel (fixe)  $h_1 = 0,15 \text{ m}$   
 $d = d_1$  (distance d'arrêt).

Quelle que soit sa position sur la butte, le conducteur A doit pouvoir s'arrêter. c.-à-d., il bénéficie d'une distance de visibilité = distance d'arrêt, caractérisée par le tracé.

$$d = d_1 (80 \text{ km/h}) = 105 \text{ m.}$$

$$R_1 = \frac{105^2}{2(\sqrt{1,15} + \sqrt{0,15})^2} = 2672,85 \approx 2673 \text{ m.}$$

× Véhicule en sens inverse

A doit bénéficier d'une distance de visibilité au moins = dMd. ( $d = d_{md} (80 \text{ km/h})$ )  $\leq 200 \text{ m.}$

$$\frac{1}{\sqrt{1,15} + \sqrt{0,15}} = \frac{1}{2} \Rightarrow$$

$$\sqrt{1,15} + \sqrt{0,15} = 2 \Rightarrow$$

$$\frac{1}{\sqrt{1,15} + \sqrt{0,15}} = \frac{1}{2} \Rightarrow$$

$$R < 9 \Rightarrow \text{distance de visibilité}$$

est pas respectée.



Connaissant les coordonnées de deux points on peut calculer la distance et le gisement :

Figure.....

$$X_{AB} = X_B - X_A = \Delta X$$

$$Y_{AB} = Y_B - Y_A = \Delta Y$$

$$\text{Arctg} \frac{\Delta X}{\Delta Y} = \alpha$$

Figure.....

1<sup>ere</sup> cadran (+ +) gisement  $AB = \alpha$

2<sup>eme</sup> cadran (+ -) gisement  $AC = 200 - \alpha$

3<sup>eme</sup> cadran (- -) gisement  $AD = 200 + \alpha$

4<sup>eme</sup> cadran (- +) gisement  $AE = 400 - \alpha$

$$\text{Distance } AB = \frac{\Delta X}{\sin G_{AB}} = \frac{\Delta Y}{\cos G_{AB}} = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2}$$

$$G_{AB} = \text{gisement } AB$$



Connaissant les coordonnées d'un point, la distance et gisement, on peut calculer les coordonnées de 2 points.

Figure .....

$d_{AB}$  = distance entre A et B

$G_{AB}$  = gisement de la droite AB

$$X_B = X_A + d_{AB} \sin G_{AB}$$

$$Y_B = Y_A + d_{AB} \cos G_{AB}$$

$$A. \begin{cases} x = 473234 \\ y = 363117 \end{cases}$$

$$B. \begin{cases} x = 472408 \\ y = 363060 \end{cases}$$

$$C. \begin{cases} x = 471603 \\ y = 363062 \end{cases}$$

$$X_{AB} = X_B - X_A = \Delta X_{AB} = 472408 - 473234 = -826$$

$$Y_{AB} = Y_B - Y_A = \Delta Y_{AB} = 363060 - 363117 = -57$$

$$\text{Arctg} \frac{\Delta X}{\Delta Y} = \text{arctg} \frac{-826}{-57} = \text{arctg} 14.491 = 95.614 \text{ gr}$$

$$G_{AB} = 200 + 95.614 = 295.614 \text{ gr}$$

$$\text{DISTANCE} \cdot AB = \sqrt{\Delta X_{AB}^2 + \Delta Y_{AB}^2} = \sqrt{826^2 + 57^2} = 827.964 \text{ m}$$

$$X_{BC} = X_C - X_B = \Delta X_{BC} = 471603 - 472408 = -805.000$$

$$Y_{BC} = Y_C - Y_B = \Delta Y_{BC} = 363062 - 363060 = +2.000$$

$$\text{Arctg} \frac{\Delta X}{\Delta Y} = \text{arctg} \frac{-805}{2} = \text{arctg} 402.5 = 99.8418 \text{ gr}$$

$$G_{BC} = 400 - 99.8418 (4^{\text{e}} \text{ cadran}) = 300.1582 \text{ gr}$$

$$\text{DISTANCE} \cdot D = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2} = \sqrt{805^2 + 2^2} = 805.0025 \text{ m}$$

$$\gamma = G_{BC} - G_{AB} = 300.1580 - 295.614 = 4.5442 \text{ grads}$$

Figure .....



Calcul des points de tangence  $T_1$  et  $T_2$

$$T_1 = T_2 = T = R \operatorname{tg}(\gamma/2) = 3000 \operatorname{tg}(4.5442/2) = 107.115\text{m}$$

$$T = 107.115\text{m}$$

$$L = \text{arc de cercle} = R \gamma_{\text{rd}} = 2000 \cdot (4.5442/200) = 214.140\text{m}$$

Les tangentes ayant été déterminées on calculera par la suite les coordonnées des points de tangence A et B du centre du cercle C.

Coordonnées du point A' (point de tangence)

$$\text{Gisement AB} = 295.614^\circ \Rightarrow G_{AB} = 295.614 - 200 = 95.614$$

$$\text{Distance A'B} = T_2 = 107.115$$

Coordonnées du point A'

$$B \cdot \begin{cases} x = 472408 \\ y = 363060 \end{cases} \quad \begin{aligned} X(A) &= X_B + 107.115 \sin 95.614 = 472514.860 \\ Y(A) &= Y_B + 107.115 \cos 95.614 = 363067.373 \end{aligned}$$

Coordonnées du point C'

$$G_{AB} = 300.1582 \quad T = 107.115$$

$$X(C) = X_B + 107.115 \sin 300.1582 = 472300.885$$

$$Y(C) = Y_B + 107.115 \cos 300.1582 = 363062.261$$



Figure .....

$$G_{AO} = G_{AB} - 100 = 95.614 - 100 = -4.386$$

$$G_{AO} = -4.386 + 400 = 395.614$$

$$A. \begin{cases} x = 473234 \\ y = 363117 \end{cases} \quad D_{AO} = R = 300, \text{ Gisement } 395.614$$

Coordonnées du centre du cercle C

$$X_C = 472514.86 + 3000 \sin 395.614 = 472308.338$$

$$Y_C = 363067.373 + 3000 \cos 395.614 = 366062.256$$

$$\text{Coordonnées du centre C.} \begin{cases} x = 472308.338 \\ y = 366062.256 \end{cases}$$

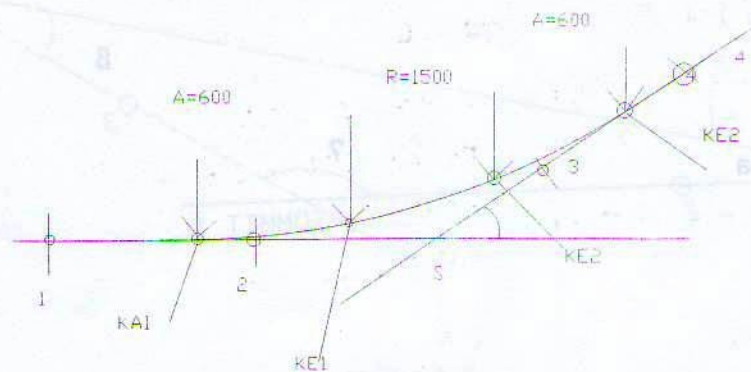


## Calcul d'axe :

### Raccordement avec clothoïde

Figure...1 Données

## FORME SYMETRIQUE



Soit quatre points 1, 2, 3, 4 connus en coordonnées (X, Y) et les paramètres de clothoïde  $A=600$ , on demande de calculer les coordonnées des points caractéristiques  $KA_1$ ,  $KE_1$ ,  $KA_2$ ,  $KE_2$  et le centre du cercle ainsi que les kilométrages, le cercle est de rayon 1500 m

$$1. \begin{cases} x = 47931.835 \\ y = 98329.002 \end{cases} \quad 2. \begin{cases} x = 48912.084 \\ y = 98526.771 \end{cases} \quad 3. \begin{cases} x = 49450.043 \\ y = 98734.598 \end{cases} \quad 4. \begin{cases} x = 49975.481 \\ y = 99024.279 \end{cases}$$

a) Calcul des gisements des droites 1, 2 et 3, 4 passant par le sommet S.

$$G_1^2 = \arctg \frac{x_2 - x_1}{y_2 - y_1} = \arctg \frac{48912.04 - 47931.835}{98526.771 - 98329.002} = 87.36gr$$

$$G_1^2 = 87.326gr$$

$$G_3^4 = \arctg \frac{x_4 - x_3}{y_4 - y_3} = \arctg \frac{49975.481 - 49450.043}{99024.279 - 98734.598} = 67.923gr$$

$$G_3^4 = 67.923gr$$

### Distance 1-4

$$\text{Distance 1-4} = \sqrt{(x_4 - x_1)^2 + (y_4 - y_1)^2} = \sqrt{(49975.48 - 47931.835)^2 + (99024.279 - 98329.002)^2} \\ = 2158.68m$$

### Gisement de la droite 1-4

$$G_1^4 = \arctg \frac{x_4 - x_1}{y_4 - y_1} = \arctg \frac{49975.481 - 47931.835}{99024.279 - 98329.002} = 79.1233gr$$

$$G_1^4 = 79.1233gr$$



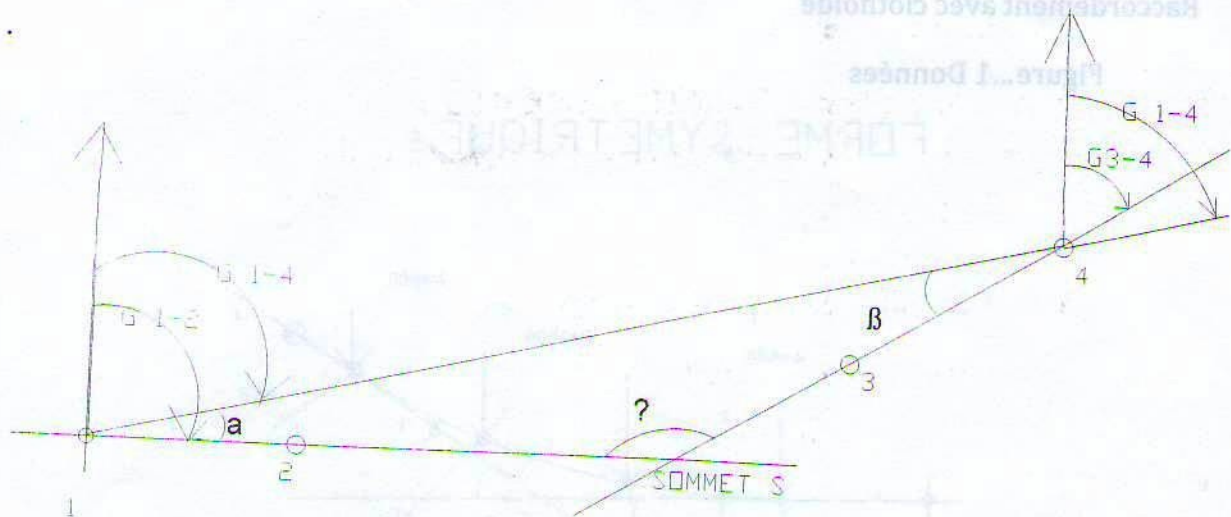


Figure 2 Schema des gisements

$$\alpha = G_1^2 - G_1^4 = 87.3261 - 79.1233 = 8.2028 \text{ gr}$$

$$\beta = G_1^4 - G_3^4 = 79.1233 - 67.9238 = 11.1995 \text{ gr}$$

$$\gamma = 200 - 8.2028 - 11.1995 = 180.5977 \text{ gr}$$

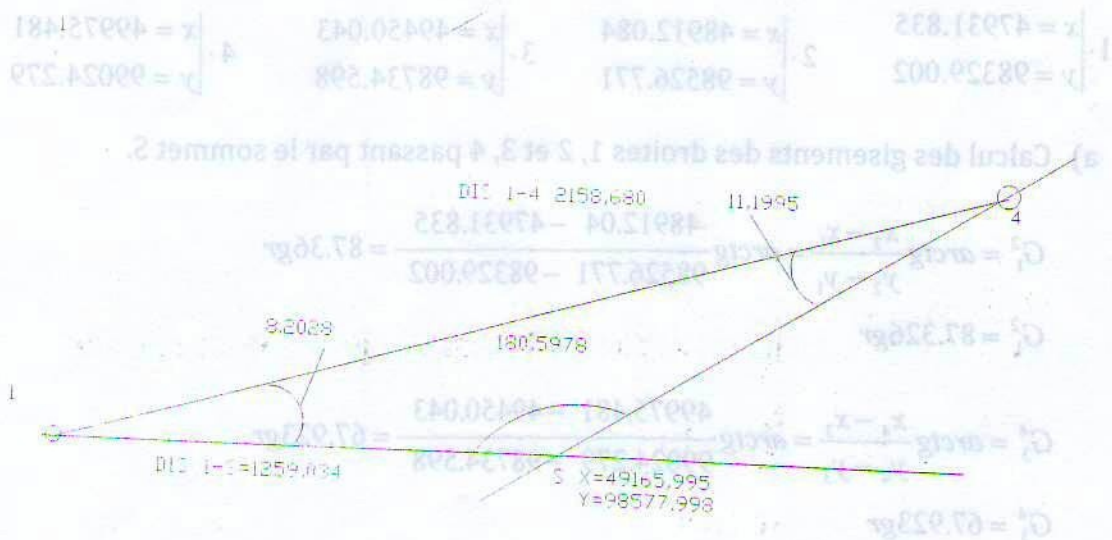


Figure 3 : résultats des angles .

Détermination des coordonnées du sommet S :

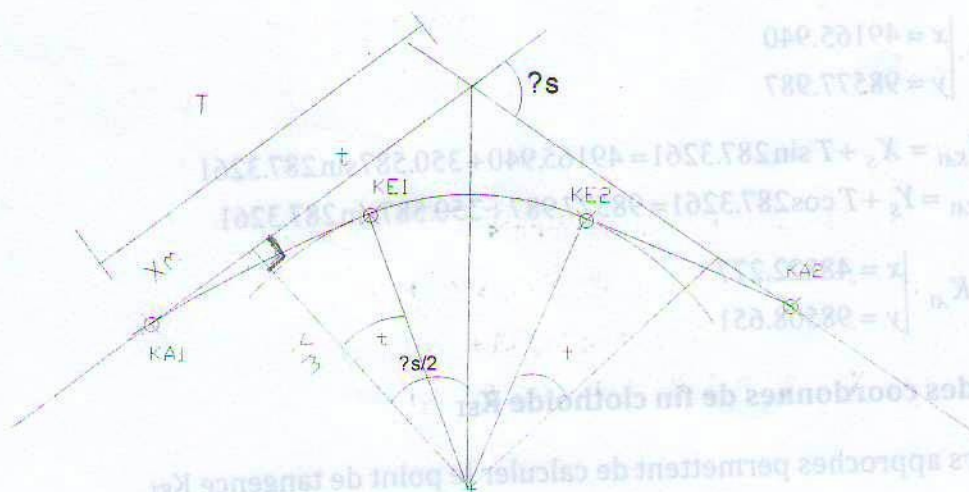
Loi fondamentale des sinus



\*\* 1258.972

$$S. \begin{cases} x = 49165.940 \\ y = 98577.987 \end{cases}$$

- Détermination de la tangente T



$$T = X_m + (R + \Delta R)tg \frac{\gamma_s}{2}$$

- Caractéristiques des paramètres de la clothoïde pour  $R=1500$  et  $A=600$

$$L = \frac{A^2}{R} = \frac{600^2}{1500} = 240m$$

$$\frac{L}{R} = \frac{240}{1500} = 0.1600$$

D'après les tables de clothoide on tire

$$\frac{x_m}{R} = 0.079983 \quad \frac{\Delta R}{R} = 0.001066 \quad X_m = 0.079983 \times 1500 = 119.94$$

$$\Delta R = 0.001066 \times 1500 = 1.599M$$



$$T = X_m + (R + \Delta R) \tan \frac{\gamma_s}{2} = 119.970 + \tan \frac{\gamma_s}{2} \quad 1500 + 1.599 \times \tan$$

$$\gamma_s = G_1^2 - G_3^4 = 87.326 - 67.923 = 19.403$$

$$\frac{\gamma_s}{2} = \frac{19.403}{2} = 9.7015$$

$$T = 350.587$$

### Calcul des coordonnées du point de début de clothoïde KA1

$$\text{Gisement } S\text{-}K_{A1} = \text{gisement } 1\text{-}S + 200 = 87.3261 + 200 = 287.3261$$

$$\text{Distance } s\text{-}K_{A1} = 350.587 \text{ m}$$

$$S \cdot \begin{cases} x = 49165.940 \\ y = 98577.987 \end{cases}$$

$$X_{KA1} = X_s + T \sin 287.3261 = 49165.940 + 350.587 \sin 287.3261$$

$$Y_{KA1} = Y_s + T \cos 287.3261 = 98577.987 + 350.587 \sin 287.3261$$

$$K_{A1} \cdot \begin{cases} x = 48822.277 \\ y = 98508.651 \end{cases}$$

### Calcul des coordonnées de fin clothoïde KE1

Plusieurs approches permettent de calculer le point de tangence KE1

- 1) à partir de l'angle polaire et la corde C
- 2) à partir des abscisses ordonnées X, Y
- 3) à partir des tangentes Tc et Tl
- 4) à partir des coordonnées du centre du cercle

Hypothèses :

$$A = 600 \text{ et } R = 1500, \quad \frac{A}{R} = \frac{600}{1500} = 0.4$$

à partir des tables de clothoïde on tire l'ensemble des paramètres

$$L, \tau, X, Y, x_m, y_m, \theta, T_K, T_L$$

Où bien on peut utiliser les formules mathématiques suivantes

$$\text{corde} \cdot c = L - \frac{L^5}{90A^4} + \frac{L^9}{22680A^8}$$



Angle polaire

$$\theta = \frac{L^2}{6A^2} - \frac{L^6}{2835A^6} - \frac{S^{10}}{467775A^{10}}$$

$$X = L - \frac{L^5}{40A^4} + \frac{L^9}{3456A^8}$$

$$\tau = \frac{L}{2R}, \quad Y = \frac{L^3}{6A^2} - \frac{L^7}{336A^6} + \frac{L^{11}}{42240A^{10}}$$

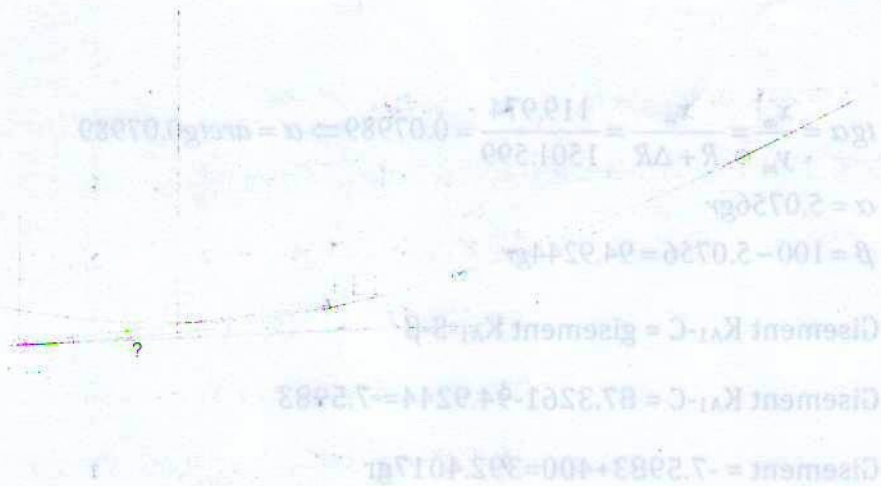
$$X_m = X - R \sin \tau \cdot \text{et} \cdot Y_m = Y + R \cos \tau, \quad \Delta R = Y_m - R$$

$$T_L = X - Y \cot \tau$$

$$T_K = Y / \sin \tau$$

### Solution N°1 a partir de l'angle polaire et le corde

Fig : angle polaire et corde.



$$\text{Angle polaire } \theta = \frac{L^2}{6A^2} = \frac{240^2}{6 \times 600^2} = 1.698 \text{ gr}$$

$$\text{La corde } c = L - \frac{L^5}{90A^4} = 240 - \frac{240^5}{90 \times 600^4} = 239.931$$

$$\text{Gisement de la corde } K_{A1} - K_{E1} = 87.3261 - 1.698 = 85.627$$

$$X_{KE1} = X_{KA1} + C \sin G_{KA1}^{KE1} = 48822.336 + 239.931 \sin 85.627 = 49056.178$$

$$Y_{KE1} = Y_{KA1} + C \cos G_{KA1}^{KE1} = 239.931 \cos 85.627 = 98562.344$$

$$K_{E1} \cdot \begin{cases} x = 49056.178 \\ y = 98562.344 \end{cases}$$



## Solution N°2 : A partir du centre du cercle

Figure



$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{x_m}{y_m} = \frac{x_m}{R + \Delta R} = \frac{119.974}{1501.599} = 0.07989 \Rightarrow \alpha = \operatorname{arctg} 0.07989$$

$$\alpha = 5.0756 \text{ gr}$$

$$\beta = 100 - 5.0756 = 94.9244 \text{ gr}$$

Gisement  $K_{A1}-C$  = gisement  $K_{A1}-S - \beta$

$$\text{Gisement } K_{A1}-C = 87.3261 - 94.9244 = -7.5983$$

$$\text{Gisement} = -7.5983 + 400 = 392.4017 \text{ gr}$$

$$\text{Gisement } C-K_{A1} = \text{Gisement } K_{A1}-C - 200 = 392.4017 - 200 = 192.4017 \text{ gr}$$

$$\text{Dis } K_{A1}-C = (X_m^2 + R + DR^2)^{1/2} = (119.974^2 + 1501.599^2)^{1/2}$$

$$\text{Dist } K_{A1}C = 1506.384$$

Connaissant le gisement  $K_{A1}-C$  et la distance  $K_{A1}C$  les coordonnées de centre du cercle sont :

$$X_C = X_{K_{A1}} + d(K_{A1}C) \times \sin 392.4017 = 48822.336 + 1506.384 \sin 392.4017 = 48642.9698$$

$$Y_{KE1} = Y_{K_{A1}} + d(K_{A1}C) \cos 392.4017 = 98508.664 + 1506.384 \cos 392.4017 = 100004.3312$$

$$C \begin{cases} x = 48642.9698 \\ y = 100004.3312 \end{cases}$$



### Coordonnées du point tangence $K_{E1}$

- Distance  $R=1500$
- Gisement  $(C-K_{E1}) = \text{gisement } C-K_{A1} - \alpha - \tau = 192.4017 - 5.0756 - 5.093 = 182.2331 \text{ gr}$

$$X_{KE1} = X_C + R \sin G_C^{KE1} = 48642.9442 + 1500 \sin 182.2331 = 49056.1784$$

$$Y_{KE1} = Y_C + R \cos G_C^{KE1} = 100004.3312 + 1500 \cos 182.2331 = 98562.368$$

$$K_{E1} \cdot \begin{cases} x = 49056.1784 \\ y = 98562.368 \end{cases}$$

### Calcul des coordonnées $K_{E2}$

$$\text{Angle au centre} \dots\dots\dots = \gamma - 2\tau = 19.4022 - 2 \times 5.093 = 9.2162 \text{ gr}$$

$$\text{Gisement } C-K_{E2} = 182.2331 - 9.2162 = 173.0169$$

$$\text{Distance} = R = 1500 \text{ m}$$

Les coordonnées du point  $K_{E2}$  sont

$$X_{KE2} = X_C + R \sin G_C^{KE2} = 48642.9698 + 1500 \sin 173.0169 = 49259.8783$$

$$Y_{KE2} = Y_C + R \cos G_C^{KE2} = 98562.368 + 1500 \cos 173.0169 = 98637.0684$$

$$K_{E2} \cdot \begin{cases} x = 49259.8783 \\ y = 98637.0684 \end{cases}$$

### Calcul des coordonnées $K_{A2}$

- Distance 1506.384
- Gisement  $C-K_{A2} = \text{gisement } C-K_{E2} - \alpha - \tau = 173.0169 - 5.093 - 5.0756 = 162.8483 \text{ gr}$

$$X_{KA2} = X_C + d(C-K_{A2}) \sin G_C^{KA2} = 48642.9442 + 1506.384 \sin 162.8483 = 49473.0079$$

$$Y_{KA2} = Y_C + d(C-K_{A2}) \cos G_C^{KA2} = 98562.368 + 1506.384 \cos 162.8483 = 98747.2570$$

$$K_{A2} \cdot \begin{cases} x = 49473.0079 \\ y = 98747.2570 \end{cases}$$

### Calcul la longueur de raccordement

$$L = 2 \times L + b = 2 \times 240 + (9.216 \times 1500 \times 3.14) / 200 = 697.041$$



# Kilométrage

$$PK1=0+00$$

$$PKA1=dist(1-s)-T=1259.034-350.587=0+908.451$$

$$PKE1=0+908.44+240=1+148.444$$

$$PKE2=1+148.444+217.152=1+605.596$$

$$PKA2=0+908.451+697.041=1+605.596$$

$$PK4=PK(KA2)+KA2-4=2+179.373$$

$$Longer\ total\ 2179.373m$$

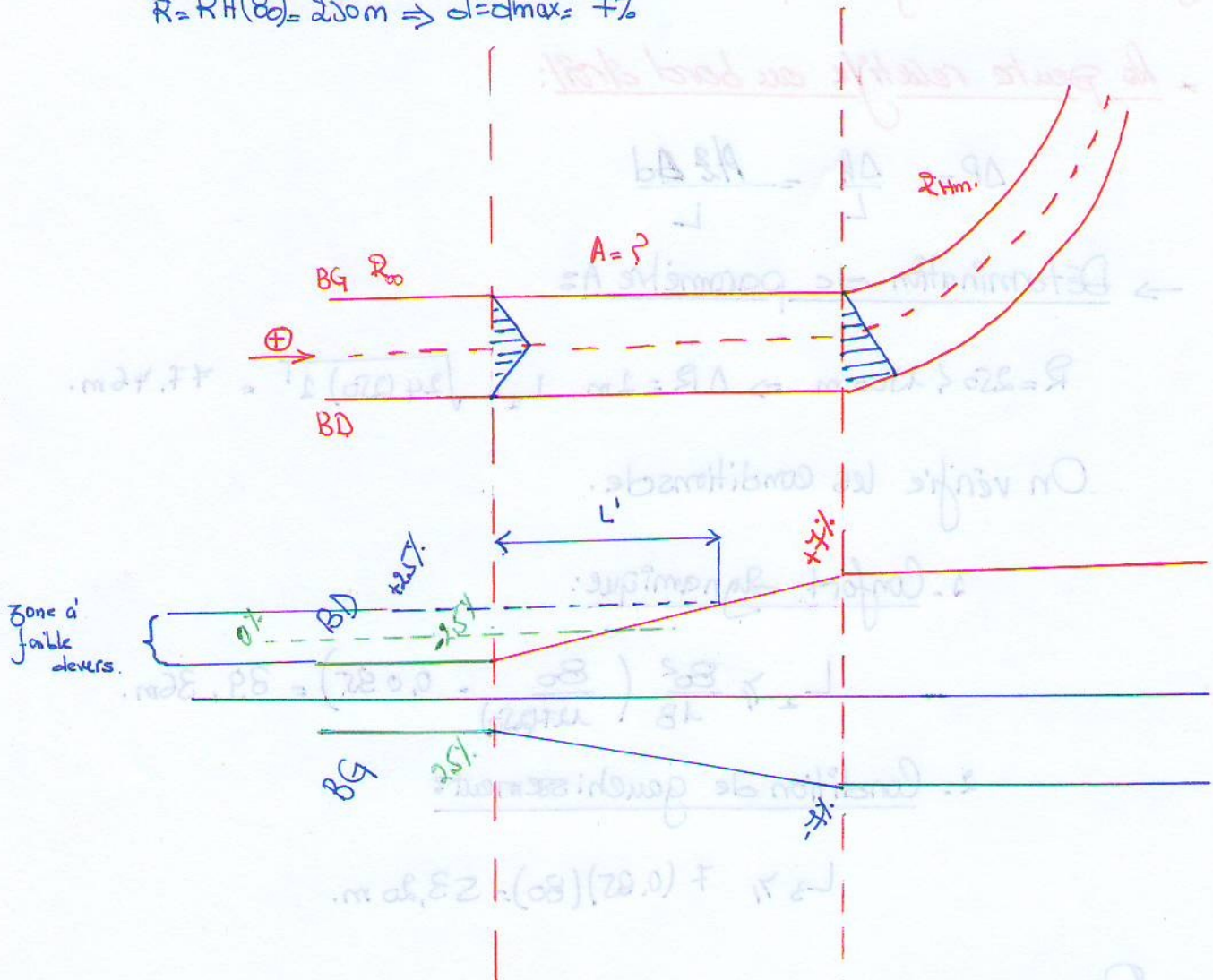


## Relevement du virage : variation des devis :

### Exemple :

Soit le tracer suivant  $C_{12}$ ,  $V_8 = 80 \text{ km/h}$ , constituée d'un alignement, courbe de raccordement et rayon:  $R = 250 \text{ m}$ . Largeur de la chaussée  $7 \text{ m}$ .

$$R = RH(80) = 250 \text{ m} \Rightarrow d = d_{\text{max}} = 7\%$$



On vérifie les conditions :  
 Condition de confort :  $L \geq L_{\text{confort}} = 102,28 \text{ m}$   
 Condition de visibilité :  $L \geq L_{\text{visibilité}} = 102,28 \text{ m}$   
 Condition de stabilité :  $L \geq L_{\text{stabilité}} = 102,28 \text{ m}$   
 Condition de confort :  $L \geq L_{\text{confort}} = 102,28 \text{ m}$   
 Condition de visibilité :  $L \geq L_{\text{visibilité}} = 102,28 \text{ m}$   
 Condition de stabilité :  $L \geq L_{\text{stabilité}} = 102,28 \text{ m}$



le bord gauche ne pose pas de problème, la moitié de la chaussée reste déversée dans le même sens de  $-2.5\%$  à  $-7\%$ . par contre la moitié droite de la chaussée passe d'un dévers négatif à un autre positif. ( $-2.5\%$  à  $7\%$ ) en passant par un dévers nul, dans ces conditions il y a lieu de vérifier la pente minimale au voisinage de dévers nul.

→ la pente relative au bord droit:

$$\Delta P = \frac{\Delta h}{L} = \frac{A^2 A_d}{L}$$

→ Détermination de paramètre A:

$$R = 250 < 1500 \text{ m} \Rightarrow \Delta R = 1 \text{ m} \quad L_1 = \sqrt{24(250)1} = 77.46 \text{ m.}$$

On vérifie les conditions de:

1. Confort dynamique:

$$L_2 \geq \frac{80^2}{18} \left( \frac{80}{127(250)} - 0.035 \right) = 39.36 \text{ m.}$$

2. Condition de gauchissement:

$$L_3 \geq 7(0.35)(80) = 53.20 \text{ m.}$$

On a:

. Confort optique:  $L_1 \geq 77.46 \text{ m.}$

. Condition de gauchi:  $L_3 \geq 53.20 \text{ m.}$

. Confort dynamique  $L_2 \geq \frac{5}{36} (95)(80) = 105.55 \text{ m.}$

donc:  $L = \max(L_i) = 105.55 \text{ m.}$

$$A^2 = L \cdot R \Rightarrow A = \sqrt{L R} = 162.44 \text{ m.} \simeq 165 \text{ m.}$$

et on vérifie:  $A_{\min} < A_{\text{choisi}} < A_{\max} = R$ . avec:  $A_{\min} = \frac{R}{3}$



$$L = \frac{A^2}{R} = \frac{165^2}{250} \approx 108,9 \approx 109 \text{ m.}$$

$$\Delta P = \frac{3,5 (0,095)}{109} = 0,0031 = 0,31\% < \Delta P_{\text{min requise.}}$$

$$\Delta P_{\text{min requise}} = 0,5\%$$

0,31% < 0,5%. donc, il y a lieu de corriger la variation des dévers de la moitié droite de la chaussée pour obtenir 0,5% de pente au voisinage de dévers nul. Pour cela, il faut assurer les 0,5% de pente jusqu'au point au l'on obtient le dévers min 2,5%.

$$\text{Soit } \Delta P > 0,5\% \Rightarrow \frac{\Delta h}{L'} > 0,5\%$$

$$\frac{0,5\% \Delta d}{L'} > 0,5\% \Rightarrow \frac{3,5 (0,095)}{L'} > 0,5\%$$

$\Rightarrow L' \leq 35 \text{ m.}$  " la longueur de raccordement pour faire corriger la pente".

Avant corriger, la longueur sur laquelle règne un dévers (-2,5% à 2,5%) est de  $\Delta P = \frac{\Delta h}{L''} = 0,0031$ .

$$\Rightarrow L'' = 56,45 \text{ m.}$$

$\Rightarrow$  Longueur de faible dévers a été réduite de  $56,45 - 35 = 21,45 \text{ m.}$



## Chapitre 4: Profil en long

des droites

rampes.

peutes.

Pente et rampe  $\Rightarrow$  déclivité.

$$m = i_1 - i_2$$

Déclivité :

$i = 0\%$   $\Rightarrow$  interdit pour les raisons de l'écoulement des eaux pluviales.

$$i_{\min} = 0.5\% \text{ de préférence } 1\%$$

$$V_{\min} = \frac{V_B}{3}$$

$$V_{\text{accès}} = V_{\text{départ}}$$

Exercice :

Point de départ de la ligne rouge est le même de TN.

$$V_B = 60 \text{ km/h}$$

Unidirectionnelle :  $RV_{NH} = 800 \text{ m}$ ,

Bi-directionnelle :  $RV_{NH} = 1300 \text{ m}$ .

Option de coordination :

$$\frac{R_R}{R_V} \gg 1 \text{ (f: largeur de la chaussée)}.$$

Au niveau des carrefours éviter les points hauts pour ne pas cacher la visibilité.

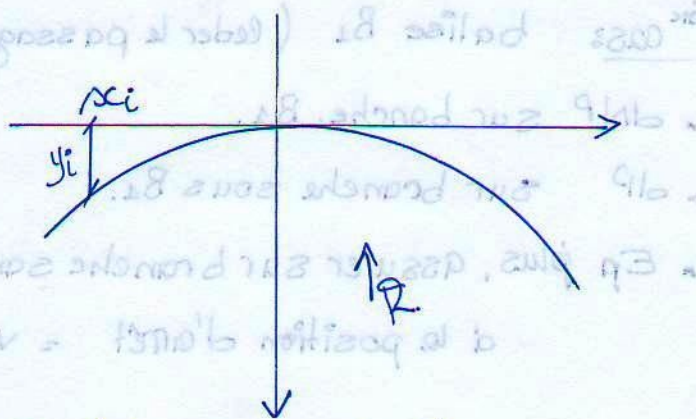


$$1. R_{\min} \leftarrow R_{vm}$$

2. Faire coïncider les sommets en plan et en profil en long.

$$3. \frac{R_v}{R_h} > \frac{6}{cste} \quad (\text{en fonction de vitesse et largeur de la chaussée}).$$

4. Éviter de placer les careffours, les axes dans les zones de mauvaise visibilité (dans les virages, éviter les points hauts, pour le choix des gabarits de rayons les points tangents  $R \rightarrow \frac{\gamma}{2}$ .



1/5000 pour les X / 1/500 pour les Y.

Exemples

$$R = 4000m$$

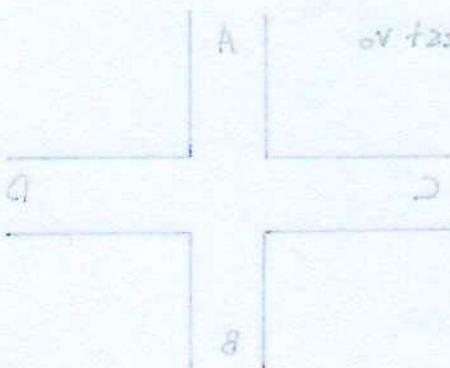
$$x_i = 50m \Rightarrow y_i = \frac{50^2}{2(4000)}$$

$$R_{vn} = 800m.$$

$$R_{VN} = 200m.$$

$$R_v, R_v' \text{ avec : } R_v' = f(v_B = 60 \text{ km/h}, C_2, E_2).$$

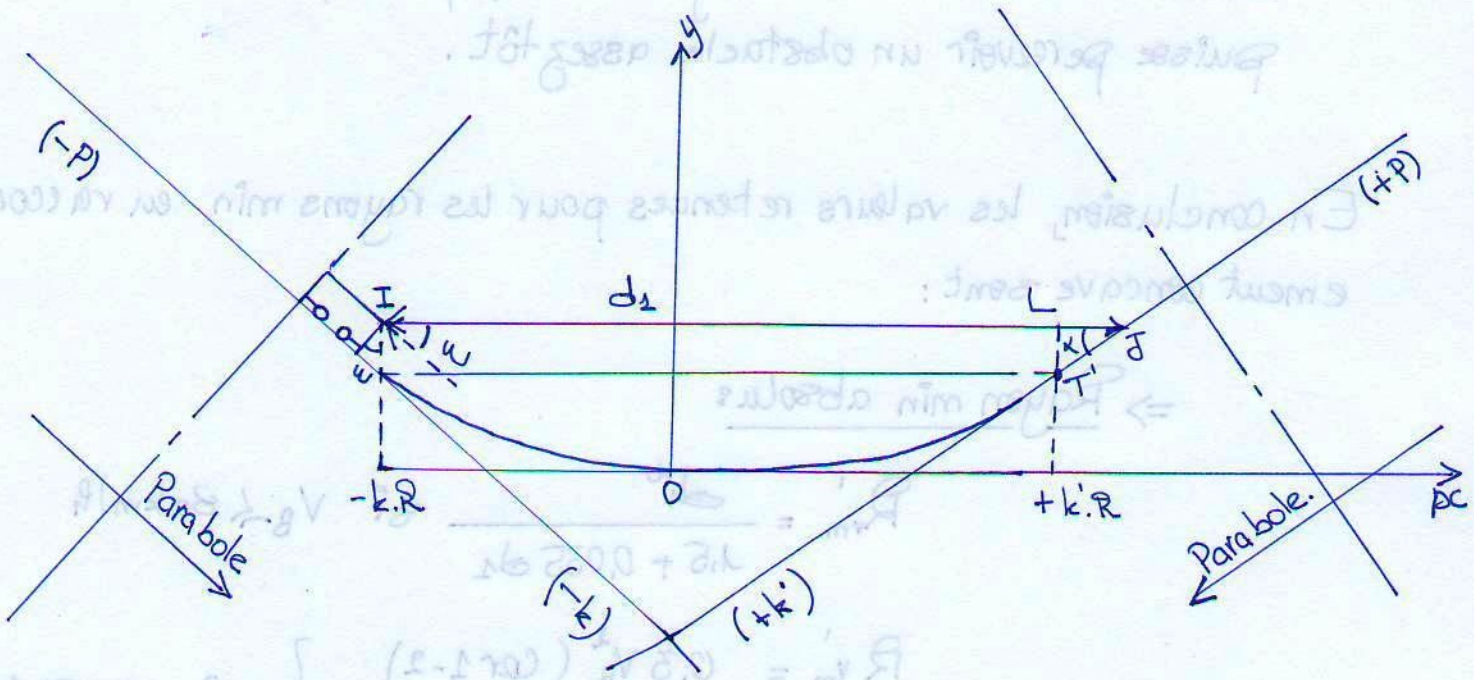
La vitesse d'approche sur l'itinéraire AB = 100 km/h



Déterminer les triangles de visibilité à assurer dans le régime de priorité à étroite.



# Raccordement concave ( $m < 0$ ): "Suite chapitre 4 Profil à long"



$$\tan \epsilon = k \text{ (à la pente } k).$$

$$d_1 = IT$$

$$d_1 = 2k \cdot R + L = 2 \tan \epsilon \cdot R + L = 2 \tan \epsilon \cdot R + \frac{LT'}{\tan \alpha} \neq 2 \tan \epsilon \cdot R + \frac{LT'}{k}$$

$$\text{or: } LT' = IT \text{ et } \cos \epsilon = \frac{h}{IT} \Rightarrow IT = LT' = \frac{h}{\cos \epsilon}$$

$$\text{D'où: } d_1 \neq 2 \tan \epsilon \cdot R + \frac{h}{\cos \epsilon} \neq 2 \tan \epsilon \cdot R + \frac{h}{\cos \epsilon \tan \epsilon} \neq 2 \tan \epsilon \cdot R + \frac{h}{\sin \epsilon}$$

$$\text{or: } \sin \epsilon \neq \frac{d_1}{2R} \Rightarrow d_1 \neq 2 \tan \epsilon \cdot R + \frac{h}{\frac{d_1}{2R}} \neq 2 \tan \epsilon \cdot R + \frac{h \cdot 2R}{d_1}$$

$$\Rightarrow d_1 \neq 2R \left( \tan \epsilon + \frac{h}{d_1} \right) \Rightarrow R = \frac{d_1}{2 \left( \tan \epsilon + \frac{h}{d_1} \right)}$$

$$\text{avec: } \epsilon = 1^\circ \Rightarrow \tan \epsilon = 0,0175 \text{ et } h = 0,75 \text{ m}$$

$$R = \frac{d_1}{2 \left( 0,0175 + \frac{0,75}{d_1} \right)} = \frac{d_1^2}{2(0,0175 d_1 + 0,75)} \Rightarrow R'_1 = \frac{d_1^2}{0,035 d_1 + 1,5}$$



$d_1$ : distance d'arrêt; tronçon éclairé au max par les phares du véhicule d'ouverture  $E$ , fixés à  $h$ , pour que le conducteur puisse percevoir un obstacle assez tôt.

En conclusion, les valeurs retenues pour les rayons min en record-ement concave sont :

$\Rightarrow$  Rayon min absolu

$$R_{vm}' = \frac{d_2^2}{1.5 + 0.035 d_1} \quad \sigma_i \quad V_B \leq 80 \text{ km/h}$$

$$R_{v_m} = \left. \begin{aligned} &0.5 v_B^2 (\text{car 1-2}) \\ &0.23 v_B^2 (\text{car 3-4-5}) \end{aligned} \right\} \text{si } v > 80 \text{ km/h.}$$

$\Rightarrow$  Rayon min normal:

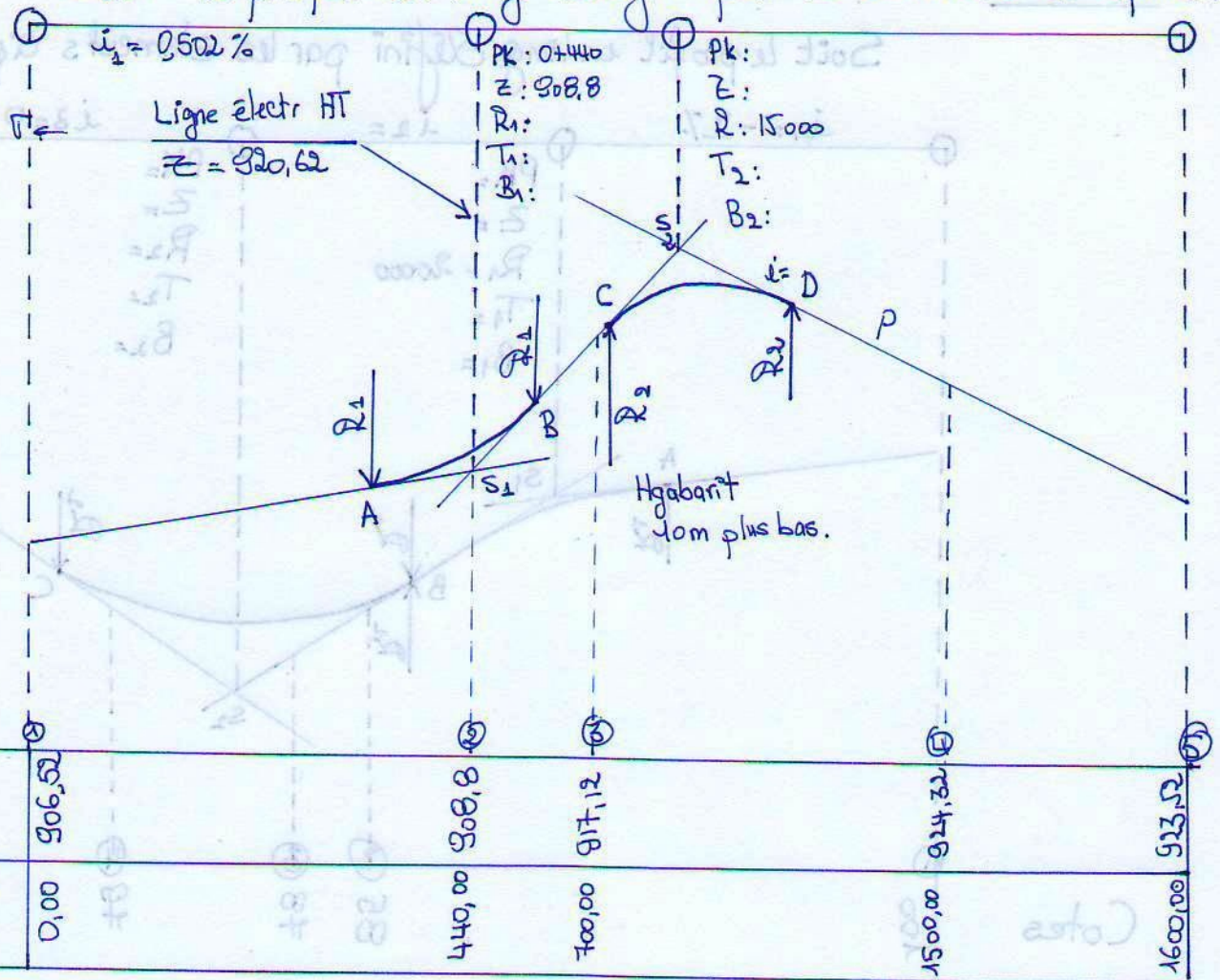
$$\frac{T_1}{\rho_1} \cdot \frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{T_2}{\rho_2} \cdot \frac{\rho_2}{\rho_1} \Rightarrow R'_{v1} = R'_{v2} \text{ pour } V_1 = V_2 = 20. \text{ m/s}$$



# Série Profil en long.

## Exercice 1

Soit le profil en long défini par les éléments ci-après:



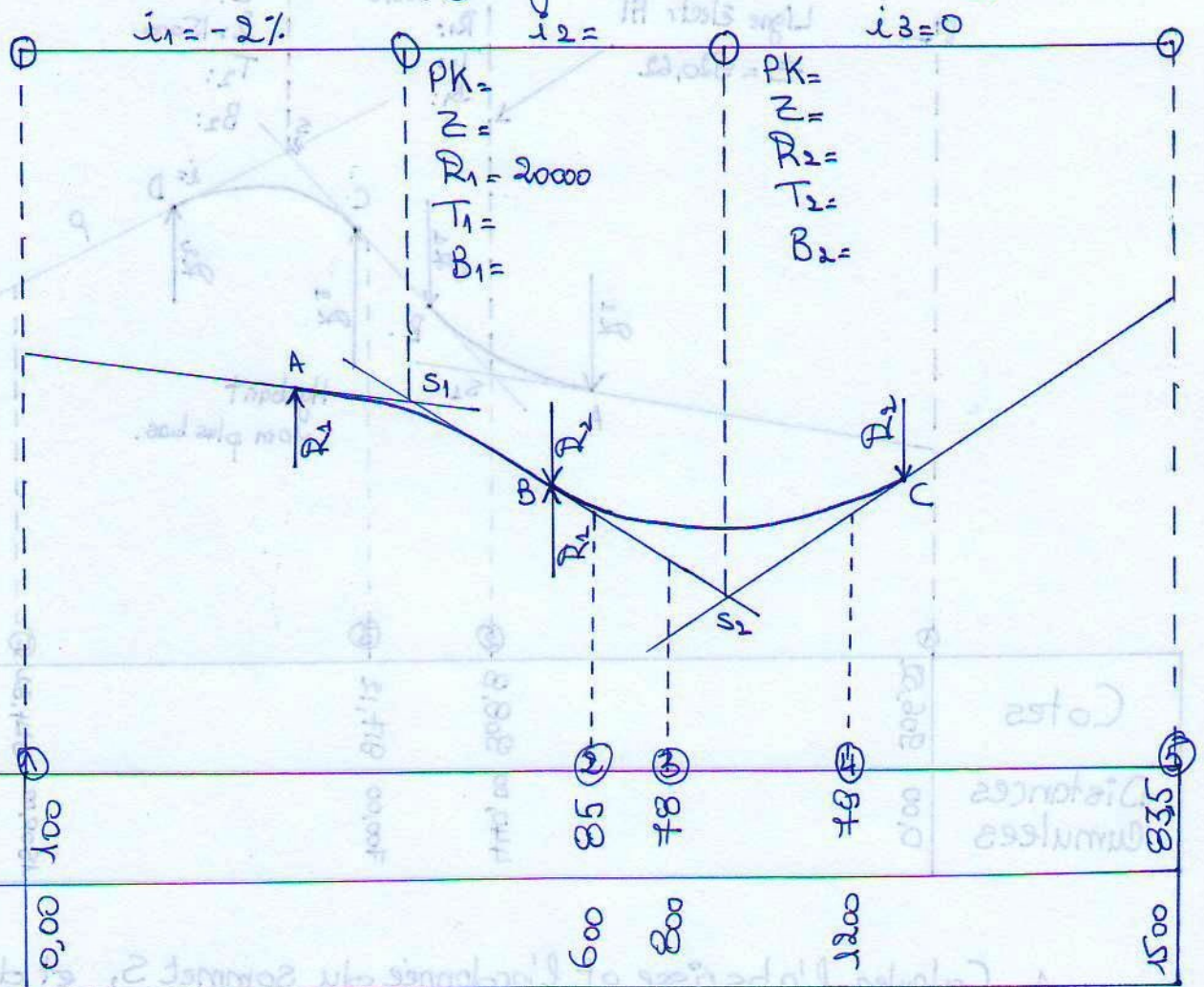
1. Calculez l'abscisse et l'ordonnée du sommet  $S_2$  et des points de tangence C, D.
2. Au PK 0+440, une ligne électrique haute tension croise perpendiculairement la route étudiée. A la verticale de l'axe de la chaussée le fil le plus bas de la ligne est à l'altitude 920,62 m.  
Déterminez le rayon  $R_1$  le plus grand possible qui permet un gabarit de 10 m (distance verticale entre la surface de la chaussée et le fil) et calculez les coordonnées de ses points de tangence A et B.
3. Calculez les coordonnées des sommets de courbes  $J_1$  et  $J_2$  et donnez l'utilité de chacun d'eux.



4. Calculez l'altitude des points  $M_1$  et  $M_2$  d'abscisse 1+100 et 1+450.

### Exercice 2:

Soit le profil en long défini par les éléments ci-après



Les points 1 à 5 sont tous situés sur les alignements.

1. Calculez l'abscisse et l'ordonnée des éléments:

- Sommets des alignements  $S_1, S_2$ .

- Points de tangence A, B, C sachant que le rayon  $R_2$  est à

déterminer de manière à obtenir une tangente commune au point B pour  $R_1, R_2$ .

- l'ordonnée du point  $M_1$  d'abscisse 500 m à partir des points de tangence A et B.

- l'ordonnée du point  $M_2$  d'abscisse 1200 m à partir des points de tangence B et C.



## Chapitre 8:

### Aménagement des Carrefours.

#### Résumé:

Priorité  
droite.

\* dNP : distance d'arrêt pour les véhicules non prioritaire.

\* dP : distance d'arrêt pour les véhicules prioritaire.

$$dP = \frac{V_P}{V_{NP}} dNP \quad \text{avec} \quad t_{VNP} = t_{VP} \quad , \quad d = v \cdot t.$$

2<sup>ème</sup> cas: balise B<sub>1</sub> (leder le passage).

\* dNP sur branche B<sub>1</sub>.

\* dP sur branche sous B<sub>1</sub>.

\* En plus, assurer sur branche sans B<sub>1</sub>.  $d = dP'$ .

$$d \text{ la position d'arrêt} = V_P \cdot t_{NP}.$$

3<sup>ème</sup> cas: (stop)

\* A la position d'arrêt à 2,5m.

$$d = dP' \text{ (sur branche sans stop).}$$

#### Exercice 1:

Soit deux routes d'égale importance qui se croisent à niveau.

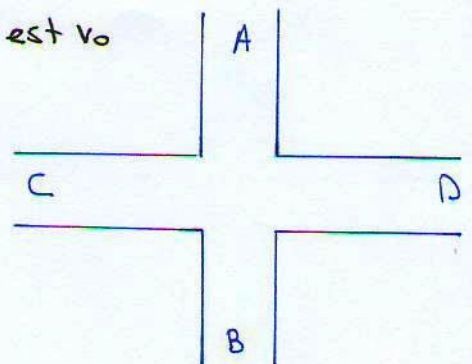
Selon le schéma ci-dessous:

La vitesse d'approche sur l'itinéraire AB = 40 km/h

sur l'axe CD  $V_0$  = 80 km/h dans le sens CD est  $v_0$

= 60 km/h dans le sens DC.

1. Déterminer les triangles de visibilité à assurer dans le régime de priorité à droite.





2. Déterminer la visibilité longitudinale sachant que:

→ les deux routes sont à deux voies.

→ le trafic lourd est négligeable sur les deux axes.

Solution:

Nota:

• la vitesse d'approche à vide parfois est supérieure à  $V_B$  et parfois est inférieure à  $V_B$ .

• Ilot secondaire : forme triangulaire.

• Ilot séparateur: forme à manœuvre → tourne à gauche.  
→ tourne à droite.

→ traversée.

1. Régime priorité à droite:

Véhicule sur branche DNP

$$DNP = 70 \text{ m } (V_B = 60 \text{ km/h})$$

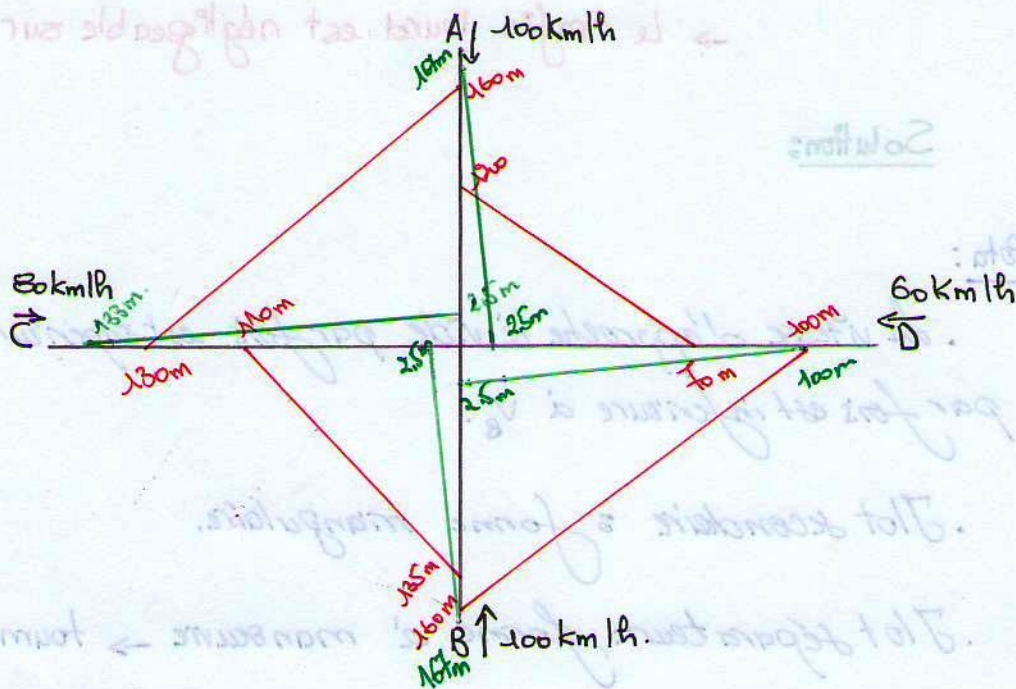
$$DP = 120 \text{ m } (V_A = 100 \text{ km/h})$$

Explication:

On utilise les tableaux 1, 2, 3, du polycopié cours route 1.

page 8, 9, chapitre 8: aménagement des carrefours.





A a la priorité à droite par rapport à D.

C a la priorité à droite par rapport à A.

B a la priorité à droite par rapport à C.

D a la priorité à droite par rapport à B.

On lit directement les valeurs d'après le tableau 1.

donc:

$$dNp_D = 70m \Rightarrow dP_A = 120m.$$

$$dNp_A = 160m \Rightarrow dP_C = 130m.$$

$$dNp_C = 110m \Rightarrow dP_B = 135m.$$

$$dNp_B = 160m \Rightarrow dP_D = 100m.$$



## 2. les visibilité longitudinales:

- Deux routes sont à deux voies:

Route à deux voies  $\Rightarrow$  temps de traversée = 6 seconde.

Branche C:  $\left\{ \begin{array}{l} \text{de tableau 2: } d'P = 130\text{m.} \\ \text{Calcul : } d'P = \frac{80}{3.6} (6) = 133\text{m.} \end{array} \right.$

Branche D:  $\left\{ \begin{array}{l} \text{de tableau 2: } d'P = 100\text{m.} \\ \text{Calcul : } d'P = \frac{60}{3.6} (6) = 100\text{m.} \end{array} \right.$

Branche A et B:  $\left\{ \begin{array}{l} \text{de tableau 2: } d'P = 165\text{m.} \\ \text{Calcul : } d'P = \frac{100}{3.6} (6) = 167\text{m.} \end{array} \right.$

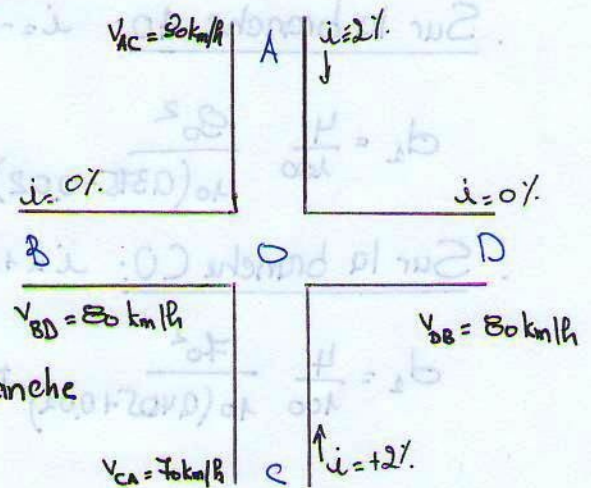
### Exercice 02:

Soit le carrefour en croix représenté ci-dessous, en régime de priorité à droite.

La route DB a une pente longitudinale (élévité) quasiment nulle; la route AB descend de 2% de A vers C.

Les vitesses d'approche à vide

sont comme suite: sur la route DB 80 km/h dans les deux sens et sur la branche AC de 80 km/h et 70 km/h sur CA.



1. Calculer les distances d'arrêt sur chaque branche.
2. Calculer les triangles de visibilité dans les quatre quadrants (Diagramme de visibilité).



## Solution:

### 1. Calcul des distances d'arrêts:

Sur la branche  $DB = BD$

de distance d'arrêt:

$$d_1 = \frac{4}{100} \frac{v^2}{g(f_L \pm i)} + d_0 \quad \text{avec:}$$

$$d_0 = \frac{v}{3.6} t_1$$

donc:

$$d_1 = \frac{4}{100} \frac{v^2}{g(f_L \pm i)} + \frac{v}{3.6} t_1$$

avec:

$f_L$ : coefficient du frottement longitudinal

$t$ : on le détermine page 4, chapitre 2

$f_L$ : page 13, chapitre 1.

$$d_1 = \frac{4}{100} \frac{80^2}{10(0,39)} + \frac{80}{3.6} (2) = 110 \text{ m.}$$

Sur la branche  $AO$ :  $i = -2\%$   $v = 90 \text{ km/h} \rightarrow f_L = \frac{0,39 + 0,36}{2} = 0,375$

$$d_1 = \frac{4}{100} \frac{90^2}{10(0,375 - 0,02)} + \frac{90(1,8)}{3.6} = 136 \text{ m.}$$

Sur la branche  $CO$ :  $i = +2\%$

$$t_1 = 2 \text{ s, } f_L = \frac{0,42 + 0,39}{2} = 0,405$$

$$d_1 = \frac{4}{100} \frac{70^2}{10(0,405 + 0,02)} + \frac{70}{3.6} (2) = 85 \text{ m.}$$



## 2. Les triangles de visibilité:

. Quadrant 1 : Le véhicule NP sur la branche BO :

$$\frac{dNP}{V_{NP}} = \frac{dP}{V_P} \Rightarrow dP = \frac{dNP}{V_{NP}} \cdot V_P \text{ avec : } dNP = 110 \text{ m.}$$

$$V_{NP} = 80 \text{ km/h}$$

$$V_P = 70 \text{ km/h.}$$

$$\Rightarrow dP = 96 \text{ m.}$$

. Quadrant 2 : Le véhicule NP sur la branche CO :

$$\text{Donc : } dNP = 85 \text{ m.}$$

$$V_{NP} = 70 \text{ km/h.}$$

$$V_P = 80 \text{ km/h.}$$

$$\Rightarrow dP = 97 \text{ m.}$$

. Quadrant 3 : Le véhicule NP sur la branche DO :

$$\text{Donc : } dNP = 110 \text{ m.}$$

$$V_{NP} = 80 \text{ km/h.}$$

$$V_P = 90 \text{ km/h.}$$

$$\Rightarrow dP = 124 \text{ m.}$$

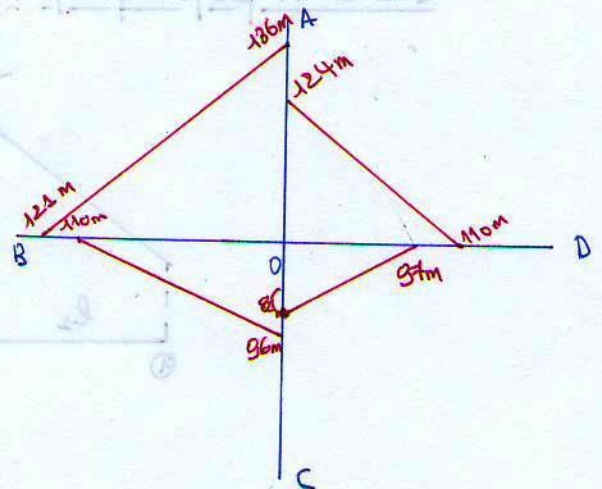
. Quadrant 4 : Le véhicule NP sur la branche AO :

$$\text{Donc : } dNP = 136 \text{ m.}$$

$$V_{NP} = 80 \text{ km/h.}$$

$$V_P = 80 \text{ km/h.}$$

$$\Rightarrow dP = 121 \text{ m.}$$





## Les normes de conception des carrefours

Type de giratoire	Milieu	Rayon de gir. (*) (m)	Vitesse (km/h)
mini giratoire	urbain	6-12	25
Petit giratoire	urbain	12-15	25
Moyen giratoire **	urbain	15-20	35
	rural	17-25	40
Grand giratoire (**)	urbain	20-27	40
	rural	25-30	50

### Catégories de carrefours giratoires.

(\*) Le rayon extérieur du carrefour giratoire est habituellement la dimension de référence.

(\*\*) En milieu périurbain, le carrefour giratoire peut être traité selon le type urbain ou le type rural, selon le cas. Le rayon variera selon le concept choisi, soit une ou deux voies.

	Routes nationales et régionales artères	Routes collectrices	Collectrices municipales	Rues locales
Routes nationales et régionales artères.	+ *	+	-	- **
Routes collectrices	+	+	+	+
Collectrices municipales.	-	+	++	+
Rues locales	- **	+	+	++

### Possibilités d'aménagement des carrefours giratoires selon la catégorie de routes



++ : Très approprié / + : approprié / - : peu approprié.

\* : L'aménagement d'un carrefour giratoire dénivelé se justifie lorsque la capacité de la route est atteinte ou pour des raisons de sécurité.

\*\* : En principe, on ~~peut~~ ne devrait pas installer ce type de carrefour



# Dimensionnement des chaussées:

## 1. Méthode CBR:

$$E_{\text{totale}} = \frac{100 + 150 \sqrt{P}}{I + 5}$$

→ Ne tient compte de l'importance du trafic.

→ Ne s'applique qu'aux matériaux granulaires (non cohérents).

## de formule améliorée:

$$E_{\text{totale}} = \frac{100 + \sqrt{P} \left[ 75 + 50 \log \left( \frac{N}{10} \right) \right]}{I + 5}$$

log : log décimal.

I : indice CBR.

P : charge max. supportée /roue [essai std].

N : nombre journalier de véhicules dont la charge > 1.5 tonnes.

Application: E2, C1, Longueur de chaussée = 4m.

BB, GB, GNT.

TJMA = 1800 V/J.  $\tau = 8\%$ . PL = 20%, durée de vie.

I CBR = 5.

nombre de PL à la mise au service : 20% (1800) = 360 PL/J.

nombre de PL à la 20<sup>th</sup> année =  $360 (1 + 0.08)^{20} = 1678 \text{ PL/J}$ .

donc :

$$E_{\text{totale}} = \frac{100 + \sqrt{1678} \left[ 75 + 50 \log 1678 \right]}{5 + 5} = 57.5 \text{ cm.}$$

## Epaisseur équivalente

$\sum a_i, e_i$  →  $a_i$ : coefficient équivalent.  
→  $e_i$ : épaisseur.

BB	$e_3$
GC	$e_2$
I.V.O.	$e_1$



On fixe 2 épaisseurs et on calcule le  $\gamma_{ave}$ , et on dimensionne par la voie la plus chargée.

TJMA = 1800 Vtj : le plus chargé.

des valeurs des  $a_i$ :

Matériaux	$a_i$
BB	2
GB	1,2
G.ciment.	1,5
G. Concassée	1
TVO	0,75
Sable.	0,5
Sable ciment	1-1,2.

Épaisseur de mise au œuvre:  $e_i$ :

BB 5-8 cm.

GC: 15-30 cm.

$$Si: e_3 = 6 \text{ cm et } e_2 = 20 \text{ cm} \Rightarrow e_1 = \frac{57,5 - [1(20) + 2(6)]}{0,75}$$

$$\Rightarrow e_1 = 34 \text{ cm TVO.}$$

Structure	$E_{réelle}$	$E_{équi}$
BB	6	12
GC	20	20
TVO	34	26,5

$$60 \quad 57,5$$



## 2- Méthode de catalogue Algérien de dimensionnement de chaussée:

→ Classification niveau de service:

$$RP_1 \geq 1500 \text{ V/J.}$$

$$RP_2 < 1500 \text{ V/J.}$$

→ Dimensionner le trafic des PL:

$$\text{Trafic PL} \geq 3,5 \text{ t}$$

$$PL = 1800 \text{ PL/J/sens} \Rightarrow \frac{1800}{20} (20\%)$$

Si on des des voies dissymétriques, on dimensionne la chaussée 80 % du trafic par sens.

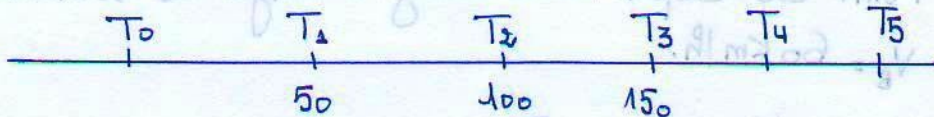
$$PL = 180 \text{ PL/J/voie}$$

Coefficient de répartition transversal du trafic:

2 voies : 0,9.

3 voies : 0,8.

4 voies : 0,7 - 0,75.



→  $T_3$ .

$$E_{MP_a} = 5 \cdot [CBR] = 25 \text{ MPa} \rightarrow S_3.$$

Zone climatique 1.

$$RP_1, T_3, S_3 \Rightarrow \text{surclasse du sol } T_3, S_3.$$

$$\Rightarrow \text{BB, GNT, GB.}$$

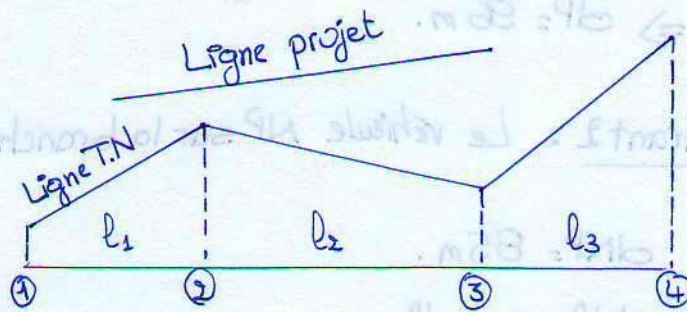
$$\Rightarrow 6\text{BB}, 15\text{GB} + 30\text{GNT.}$$



# Calcul des cubatures

## Méthode de la moyenne des aires.

Soit le profil en long suivant:



On suppose qu'entre deux profils successifs, la surface à appliquer est la surface moyenne de ces deux profils : soit

$$V = \frac{S_1 + S_2}{2} l_1 + \frac{S_2 + S_3}{2} l_2 + \frac{S_3 + S_4}{2} l_3$$

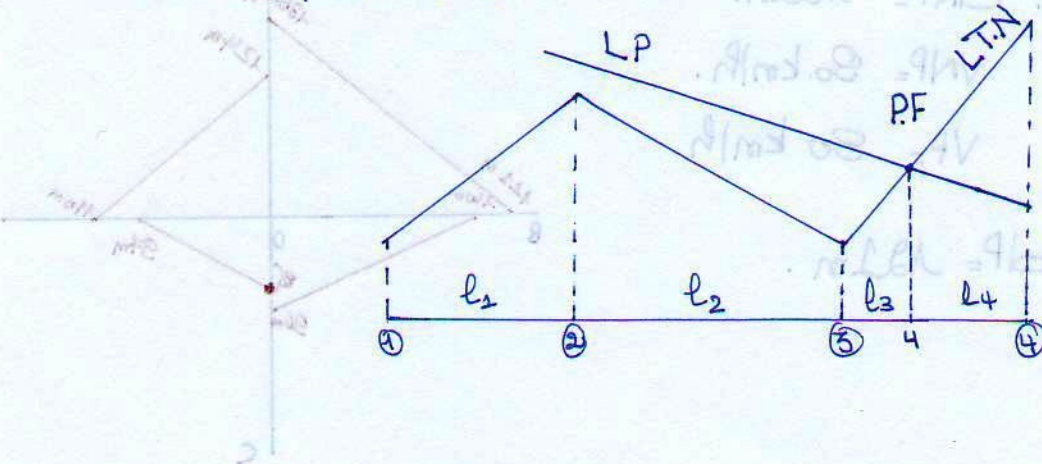
$S$ : surface du profil en travers

$V$  peut s'écrire aussi

$$V = S_1 \frac{l_1}{2} + S_2 \frac{(l_1 + l_2)}{2} + S_3 \frac{(l_2 + l_3)}{2} + S_4 \frac{l_3}{2}$$

Où :  $\frac{l_1}{2}$ ,  $\frac{l_1 + l_2}{2}$  ... etc ..., sont appelées : longueur d'application

### Cas d'un profil fictif:





La surface du profil fictif (croisement du L.R. avec le terrain naturel) est supposée nulle. Le volume d'un tel profil serait :

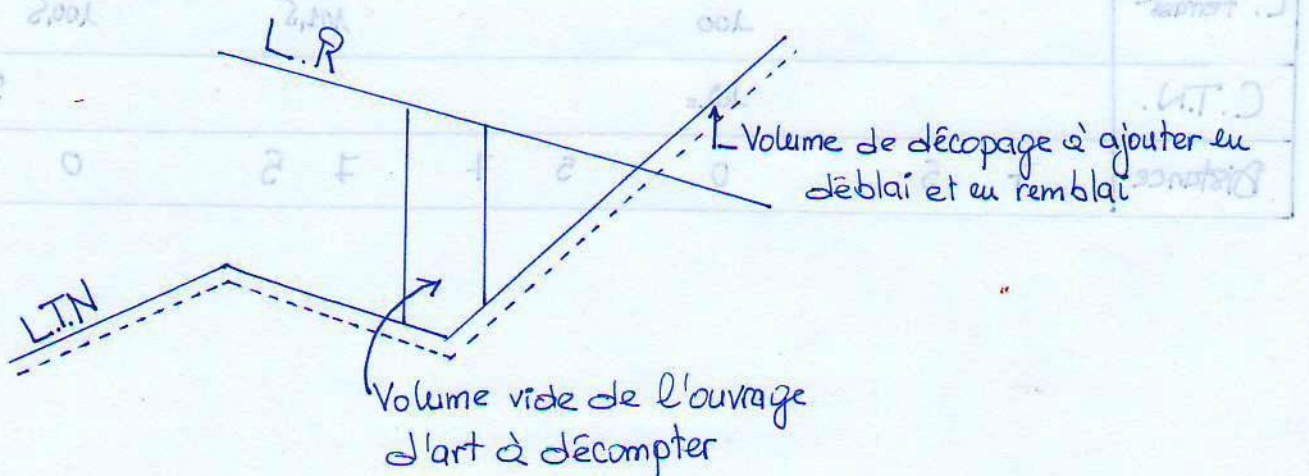
$$V = S_1 \frac{l_1}{2} + S_2 \frac{(l_1 + l_2)}{2} + S_3 \frac{(l_2 + l_3)}{2} + S_4 \frac{l_4}{2}$$

Exemple: présentation de résultats des volumes.

N° Profil	Distance entre profil	Longueur d'application	Remblai		Déblai	
			S	V	S	V
1		10m	$S_1$	$10S_1$	/	/
2	20m	40m	$S_2$	$40S_2$		
3	60m	45m	$S_3$	$45S_3$		
P.F	30m					
4	20	10m				$10S_4$

N.B: La surface de remblai ou de déblai est mesurée sur le profil en travers soit manuellement en décomposant en surfaces élémentaires de forme géométrique simple à calculer, soit au planimètre.

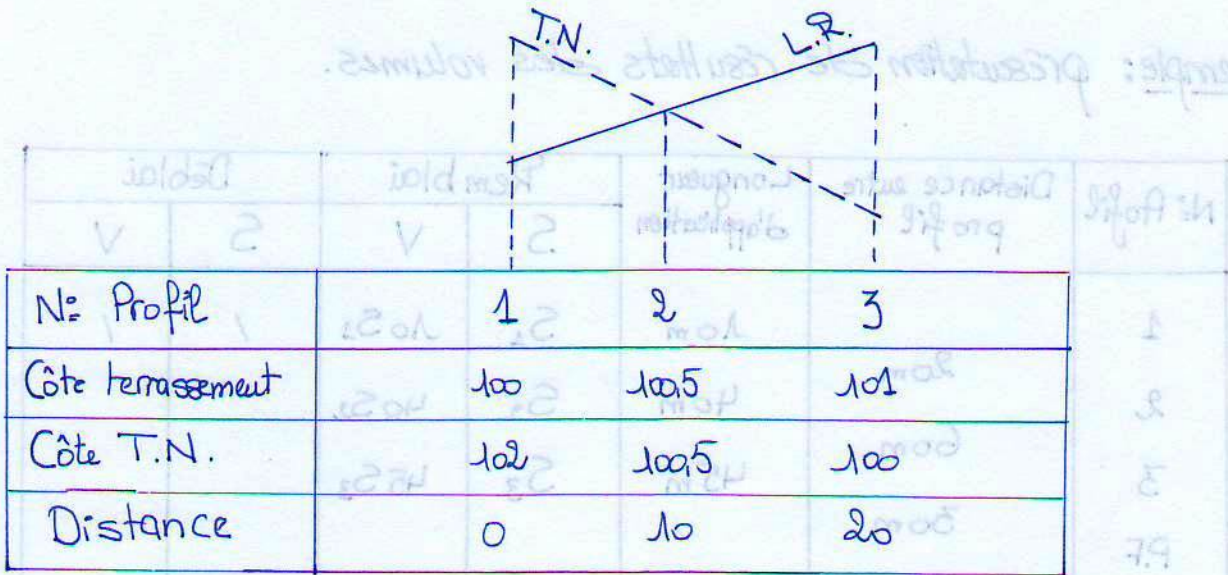
Ne pas oublier de compter le volume de décapage pour les parties en remblai. De même ne pas oublier de décompter le volume des ouvrages.





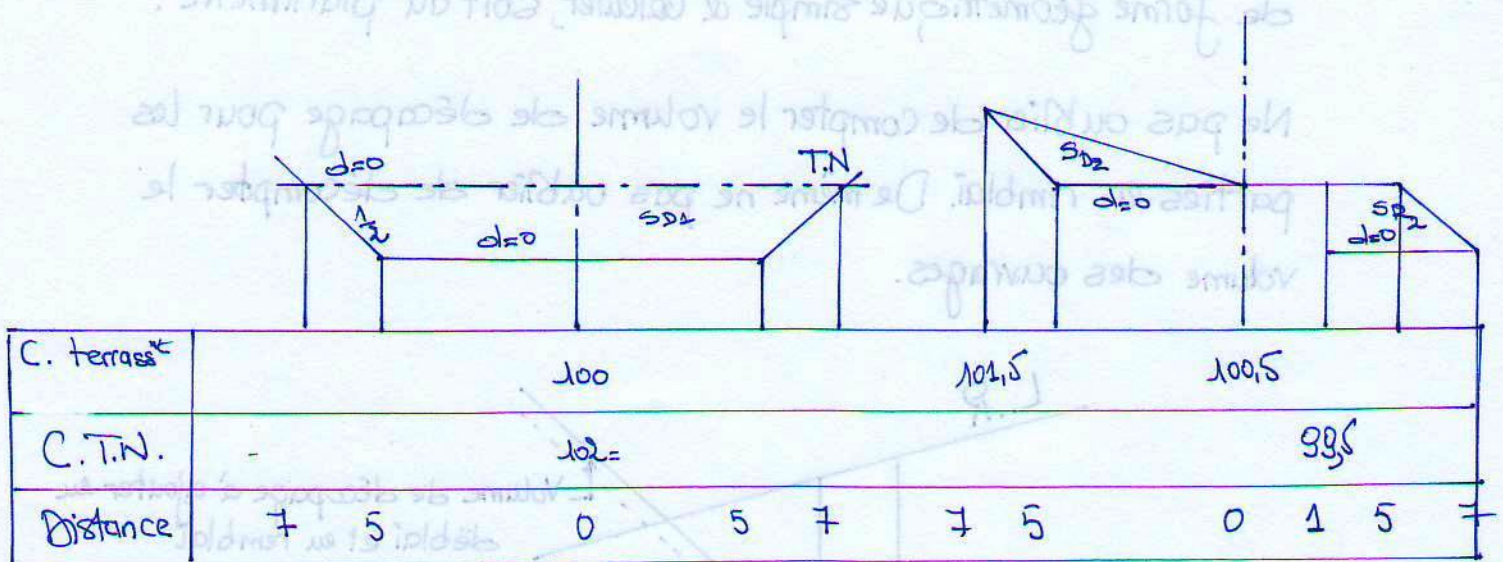
## Exemple: Calcul des cubatures

Soit le profil en long d'un tronçon de route représenté sur la figure ci-dessous :



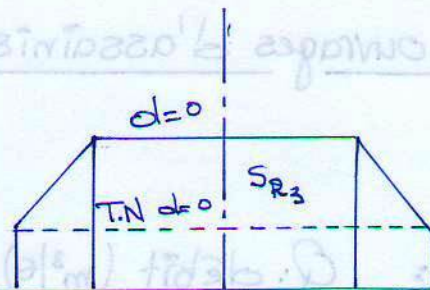
Les profils en travers courants 1, 2, 3. sont schématisés comme suit

Les terrassements sont réalisés avec un dévers transversal nul ( $d=0$ )





Dimensionnement des ouvrages d'assainissement



C.Terrass <sup>nt</sup>	101
C.T.N	100
Distance.	7 5 0 7 5

On demande de calculer le volume des terrassements.

Exemple: "Solution"

1. Calculer les surfaces  $S_i$ :

$$S_{D_1} = (102 - 100) + \frac{1}{2} (102 - 100) \cdot 22 = 24 \text{ m}^2$$

$$S_{D_2} = \frac{1}{2} (5+2) \cdot 1 - \frac{1}{2} (2)(4) = 2,5 \text{ m}^2$$

$$S_{R_2} = 3(4) + \frac{1}{2} (2)(4) = 4 \text{ m}^2$$

$$S_{R_3} = 2\left(\frac{1}{2}\right)(1)(2) + 10(4) = 12 \text{ m}^2$$

$$V_i = S_i \cdot L_i$$

N° de profil	Distance entre profil	L <sub>i</sub>	Déblai		Remblai	
			S <sub>i</sub>	V <sub>i</sub>	S <sub>i</sub>	V <sub>i</sub>
1	10	5	24 m <sup>2</sup>	120 m <sup>3</sup>		
2	10	5	2,5 m <sup>2</sup>	25 m <sup>3</sup>	4 m <sup>2</sup>	40 m <sup>3</sup>
3					12 m <sup>2</sup>	60 m <sup>3</sup>
Total				145 m <sup>3</sup>		100 m <sup>3</sup>



# Dimensionnement des ouvrages d'assainissement :

## Méthode 1:

$$Q = C.I.A \quad \text{avec: } Q: \text{débit (m}^3/\text{s) ou (l/s)}$$

I : précipitation pour la période de retour choisie  $T=10$  ans ou temps  $t$ . (mm/h)

A : surface des bassins versants. (km<sup>2</sup>)

$$Q = 0,278 CIA.$$

## Méthode 2:

$$Q = k c^a I^b A^m \quad \text{avec: } m: \text{coefficient de forme.}$$

Exercice:

$P_{J\text{moy}} = 60 \text{ mm}$ ,  $T = 10 \text{ ans}$ ,  $C_v = 0,37$  "coefficient de variation climatique"

$u$  : variable de Gauss  $\approx 1,282$ ,  $b = 0,86$  "coefficient climatique"

$$P_J(10\%) = \left[ \frac{P_{J\text{moy}}}{(C_v^2 + 1)} \right] e^{u \sqrt{P_J(C_v^2 + 1)}}$$

$$P_J(10\%) = \frac{60}{\sqrt{0,37^2 + 1}} \quad P_J = 76,92 \text{ mm.}$$

$I_A$  : intensité d'averse

$$I_A = P_J(10\%) \left( \frac{T_c}{24} \right)^b$$

Intensité d'averse (mm/h)	Surface (ha)	Volume (m <sup>3</sup> )	Surface (ha)	Volume (m <sup>3</sup> )
10	1	10	1	10
20	1	20	1	20
30	1	30	1	30
40	1	40	1	40
50	1	50	1	50
60	1	60	1	60
70	1	70	1	70
80	1	80	1	80
90	1	90	1	90
100	1	100	1	100
110	1	110	1	110
120	1	120	1	120
130	1	130	1	130
140	1	140	1	140
150	1	150	1	150
160	1	160	1	160
170	1	170	1	170
180	1	180	1	180
190	1	190	1	190
200	1	200	1	200
210	1	210	1	210
220	1	220	1	220
230	1	230	1	230
240	1	240	1	240
250	1	250	1	250
260	1	260	1	260
270	1	270	1	270
280	1	280	1	280
290	1	290	1	290
300	1	300	1	300
310	1	310	1	310
320	1	320	1	320
330	1	330	1	330
340	1	340	1	340
350	1	350	1	350
360	1	360	1	360
370	1	370	1	370
380	1	380	1	380
390	1	390	1	390
400	1	400	1	400
410	1	410	1	410
420	1	420	1	420
430	1	430	1	430
440	1	440	1	440
450	1	450	1	450
460	1	460	1	460
470	1	470	1	470
480	1	480	1	480
490	1	490	1	490
500	1	500	1	500
510	1	510	1	510
520	1	520	1	520
530	1	530	1	530
540	1	540	1	540
550	1	550	1	550
560	1	560	1	560
570	1	570	1	570
580	1	580	1	580
590	1	590	1	590
600	1	600	1	600
610	1	610	1	610
620	1	620	1	620
630	1	630	1	630
640	1	640	1	640
650	1	650	1	650
660	1	660	1	660
670	1	670	1	670
680	1	680	1	680
690	1	690	1	690
700	1	700	1	700
710	1	710	1	710
720	1	720	1	720
730	1	730	1	730
740	1	740	1	740
750	1	750	1	750
760	1	760	1	760
770	1	770	1	770
780	1	780	1	780
790	1	790	1	790
800	1	800	1	800
810	1	810	1	810
820	1	820	1	820
830	1	830	1	830
840	1	840	1	840
850	1	850	1	850
860	1	860	1	860
870	1	870	1	870
880	1	880	1	880
890	1	890	1	890
900	1	900	1	900
910	1	910	1	910
920	1	920	1	920
930	1	930	1	930
940	1	940	1	940
950	1	950	1	950
960	1	960	1	960
970	1	970	1	970
980	1	980	1	980
990	1	990	1	990
1000	1	1000	1	1000



$$T_c = 0,127 \sqrt{\frac{A}{P}}$$

$$S_{BV} = 100(400) = 4 \cdot 10^4 \text{ m}^2 = 0,04 \text{ km}^2$$

$$P = 3\% \text{ (Pente)}$$

$$\Rightarrow T_c = 0,127 \sqrt{\frac{0,04}{0,03}} = 0,146$$

$$I_A = 76,92 \left( \frac{0,146}{24} \right)^{0,36} = 12,255 \text{ mm/h}$$

$$I = \frac{12,255}{0,148} = 83,14 \text{ mm/h}$$

$$\text{Talus naturel} = 0,041 \text{ km}^2 \text{ et } C = 0,2$$

$$\text{Accotement} = 1,8(100) = 180 \text{ m}^2 \text{ , } C = 0,4$$

$$\text{Chaussée} = 7(100) = 700 \text{ m}^2 \text{ , } C = 0,9$$

$$Q = 0,278 \text{ CIA}$$

$$Q_{TN} = 0,278(0,2)(0,04)(83,94) = 0,186 \text{ m}^3/\text{s}$$

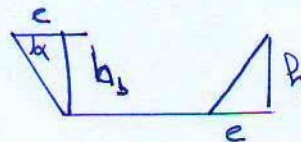
$$Q_{acc} = 0,278(0,4)(180)(83,94) = 0,0016 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{ch} = 0,278(0,9)(700)10^{-6}(83,94) = 0,0147 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{Total} = \sum Q_i = 0,202 \text{ m}^3/\text{s}$$

Formule de maning:

$$Q = k_s P_i^{\frac{2}{3}} i^{\frac{1}{2}}$$



$S$ : surface mouillée.

$P$ : périmètre mouillé.

$$P_h = \frac{S}{P}$$

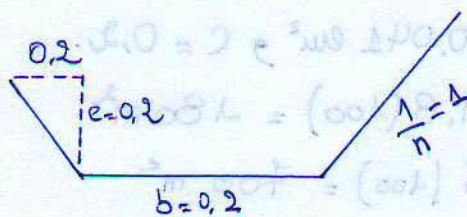
$$\tan \alpha = \frac{h}{e} = \frac{1}{n} \Rightarrow e = n \cdot h$$



$$Q = k \left( b \cdot h + \frac{e h^3}{2} \right) \left( \frac{b \cdot h + e h}{b + 2 \sqrt{e^2 + h^2}} \right)^{2/3} \cdot \sqrt{i}$$

$$Q = k [b \cdot h + h^3 n] \left( \frac{b h + h^3 n}{b \sqrt{e^2 + h^2 \cdot n^2}} \right)^{2/3} \cdot \sqrt{i}$$

$$Q = k \sqrt{i} h [n h + b] \left[ \frac{h(n h + b)}{b + 2 h \sqrt{1 + n^2}} \right]$$

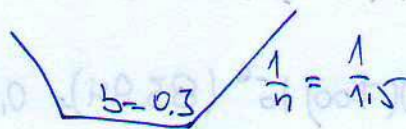


$$Q = 70(0.02)^{1/2} (0.2)(1(0.2) + 0.2) \left[ \frac{0.2[1(0.2) + 0.2]}{0.2 + 2(0.2)\sqrt{1+2}} \right]$$

$$Q = 0.175 \text{ m}^3/\text{s}$$

2<sup>em</sup> cas

$$h = 0.3, h = 0.$$



$$Q = 0.664 \text{ m}^3/\text{s}$$



Formule de Manning:

$$Q = K_s A^{2/3} i^{1/2}$$

1. bécime moulle.  
2. surface moulle.

$$h = \frac{2}{3}$$

$$h = \frac{2}{3} \Rightarrow \frac{h}{n} = \frac{2}{3} \Rightarrow h = \frac{2}{3} n$$



## Rappel:

## Route: I

• Trafic effectif: ( $T_{eff}$ )

$$T_{eff} = [(1-z) + Pz] T_{MA} \dots (V/A)$$

avec:

$z$ : % poids lourds.

$P$ : coefficient équivalent.

• Débit effectif: ( $Q_{eff}$ ).

$$Q_{eff} = 0,12 T_{eff} \dots (UVP/h)$$

où bien débit de pointe horaire normale

• Débit admissible: ( $Q_{ad}$ )

$$Q_{ad} = k_1 k_2 \cdot Q_{Th}$$

avec:

•  $k_1$  et  $k_2$  sont des coefficients, qu'on les

détermine d'après la catégorie et l'environnement de la route.

•  $Q_{Th}$ : débit qu'on le détermine d'après le

nombre de voies et l'accotement de la route [page 29]

1. Détermination de la catégorie et l'environnement:

• Catégorie: c'est une donnée

2 voies avec 3,5 m de largeur pour chaque

⇒ Catégorie 1.

valeurs de  $k_2$

C \ E	1	2	3	4	5
1	1	1	1	1	1
2	0,99	0,99	0,99	0,98	0,98
3	0,91	0,95	0,97	0,98	0,98

$$E_1 \rightarrow k_1 = 0,75$$

$$E_2 \rightarrow k_1 = 0,85$$

$$E_3 \rightarrow k_1 = 0,9 - 0,95$$



• Dénivelé cumulé moyenne  $\left[ \frac{h}{L} \right]$ .

Si:

$$\frac{h}{L} \leq 1,5\% \Rightarrow \text{terrain plat.}$$

$$1,5\% < \frac{h}{L} \leq 4\% \Rightarrow \text{terrain vallonné.}$$

$$\frac{h}{L} > 4\% \Rightarrow \text{terrain montagneux.}$$

• Sinuosité moyenne:  $G = \frac{D_s}{L}$ .

Si:

$$G \leq 0,1 \Rightarrow \text{sinuosité faible.}$$

$$0,1 < G \leq 0,3 \Rightarrow \text{sinuosité moyenne}$$

$$G > 0,3 \Rightarrow \text{sinuosité forte.}$$

Donc:

Sinuosite	faible	moyenne	forte.
Relief.			
Plat	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	/
Vallonné	E <sub>2</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>
Montagneux.	/	E <sub>3</sub>	E <sub>3</sub> .

Détermination de P:

Route	E <sub>1</sub> : facile [plaine]	E <sub>2</sub> : moyen [vallonné]	E <sub>3</sub> : difficile [montagneux]
2 voies	3	6	12
3 voies	2,5	5	10
4 et +	2	4	8



## Saturation de la route:

- 2 voies (3,5m) : 1500 - 2000 UVP/h.
- 3 voies (3,5m) : 2400 - 3200 UVP/h.
- Chaussée séparée : 1500 - 1800 UVP/h/seus.

### Nombre de voies:

$$Q \leq Q_{adm}$$

$$n = S \cdot Q / Q_{adm}$$

### L'année de saturation:

$$Q_{adm} = (1+B)^n Q_{eff}$$

### Vitesse d'un flot de véhicules:

#### Cas iso véhicules:

$$Q = k \cdot u$$

#### Cas générale:

$$u = f(k), \quad u = u_m \left(1 - \frac{k}{k_j}\right)$$

$$Q_{max} \Rightarrow k_c = k_j / 2$$

$$Q_{max} = u_m k_j / 4$$

### Trafic d'un horizon donné:

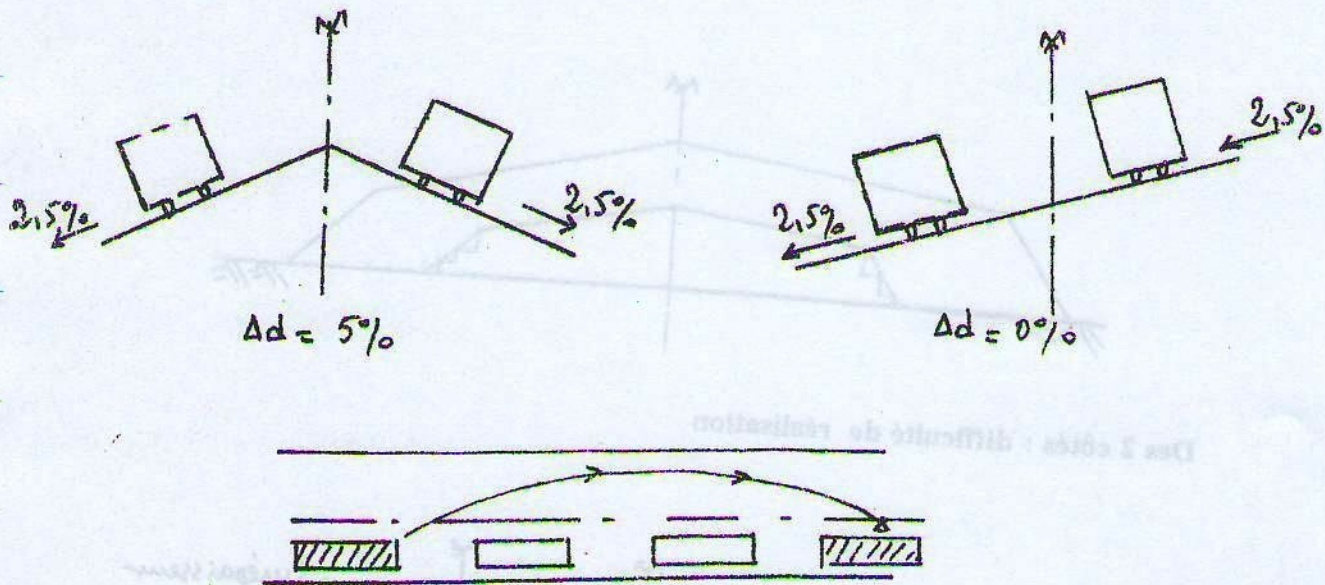
$$TJMA_n = (1+B)^n TJMA_0$$



## REALISATION DE LA PENTE TRANSVERSALE

La pente transversale de la chaussée gagnerait à être unique au lieu du classique profil à toit pour les avantages suivants :

### 1 - STABILITE ET CONFORT DYNAMIQUE

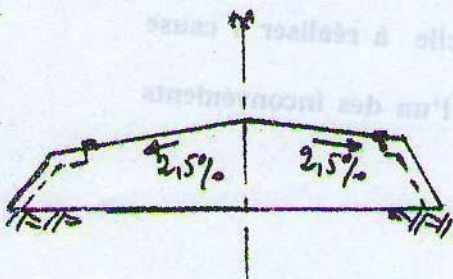


Pour doubler, un automobiliste passe de la voie de droite à la voie de gauche pour se rattraper à la fin du dépassement sur la voie de droite.

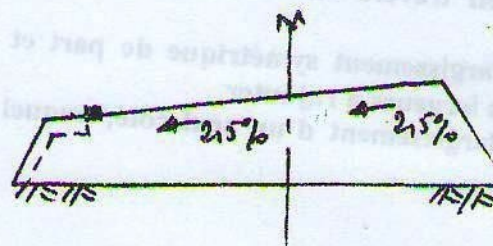
Sur un profil en toit l'automobiliste subit deux fois une variation de dévers de 5% provoquant un effet de roulis désagréable et dangereux.

Sur un profil à pente unique le dépassement s'exécute sur un même plan en toute sécurité et confort.

### 2 - ASSAINISSEMENT



Nécessaire des deux côtés

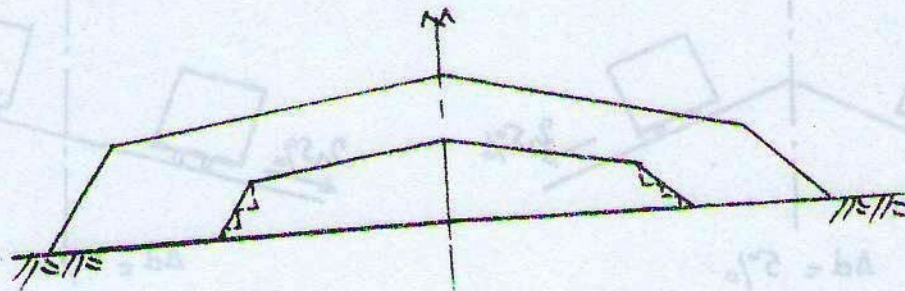


Nécessaire d'un seul côté

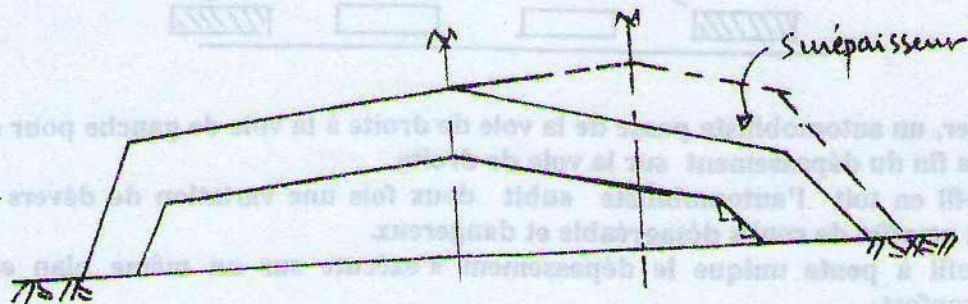


Pour éviter l'érosion des talus dans les zones de hauts remblais on installe des bordures hautes aux bords de la chaussée pour collecter l'eau, l'acheminer longitudinalement et l'évacuer par des descentes d'eau bétonnées le long des talus. Sur un profil en toit, ce dispositif est installé des deux côtés de chaussée alors qu' il est nécessaire que d'un seul côté pour le profil à pente unique.

### 3 - ELARGISSEMENT



Des 2 côtés : difficulté de réalisation



D'un seul côté :  
 - perte de la symétrie  
 - ou surépaisseur du renforcement.

Le profil en travers en toit exige :

Soit un élargissement symétrique de part et d'autre ----- > difficile à réaliser à cause des faibles largeurs à rajouter  
 Soit un élargissement d'un seul côté, auquel cas on aboutirait à l'un des inconvénients suivants :



- L'axe n'est plus au milieu de la chaussée et la symétrie recherchée est perdue.
- Le renforcement est surdimensionné d'un côté.

#### 4 - REALISATION

Il semble plus aisé de dresser un plan à pente unique qu'à doubles pentes

Le seul avantage du profil en toit est que l'épaisseur du film d'eau au bord de la chaussée est de moitié par rapport à celle du profil à pente unique. Cet inconvénient ne présente pas de danger particulier et la démonstration peut être donnée sur deux exemples :

Sur les pistes d'aérodrome, avec une largeur de la demi-chaussée de 22,50 m et une pente transversale faible (de 1%) il n'y a pas de risque d'aquaplanage malgré la très grande vitesse des aéronefs.

De même sur les autoroutes, chaque chaussée qui peut compter jusqu'à quatre voies (14 m) est déversée dans un seul sens et cela sans risque particulier.



الحمد لله وحده نحمده ونشكره ونستعين به ونستغفره

ومن سيئات أعمالنا  
من يهده الله فلا مضل له ومن يضلل فلا هادي له  
أشهد أن لا إله إلا الله وحده لا شريك له  
وأشهد أن محمدا عبده ورسوله  
صلى الله عليه وسلم وعلى آله وصحبه أجمعين  
ومن تبعهم بالإحسان الى يوم الدين  
, إنك أنت العليم الخبير  
ربنا لا فهم لنا إلا ما أفهمتنا, إنك أنت الجواد الكريم  
ربي اشرح لي صدري ويسر لي أمري واحلل لي  
... ة لساني يفقهوا قولي

فإن أصدق الحديث كتاب الله تعالى وخير الهدي, هدي  
سيدنا محمد صلى الله عليه وسلم تسليما  
وشر الأمور محدثاتها وكل محدثة بدعة وكل بدعة ضلالة

فاللهم أجرنا وقنا عذابها برحمتك يا ارحم  
الراحمين

<http://enstp.web.officelive.com>



بسم الله الرحمن الرحيم

« اللهم بك أصبحنا، وبك أمسينا، وبك فينا، وبك نموت  
واليك النشور »

- إذا أصبحت -

« اللهم إني أصبحت أشهدك وأشهد حملة عرشك ،  
وملائكتك وجميع خلقك أنك أنت الله لا إله إلا أنت  
وحدك لا شريك لك ، وأن محمداً عبدك ورسولك »  
- 4 مرات -

« سبي الله لا إله إلا هو عليه توكلت وهو رب العرش  
العظيم »

- 7 مرات -

« رضيت بالله رباً، وبالإسلام ديناً، وبمحمد صلى الله عليه  
وسلم نبياً »

- 3 مرات -

« سبحان الله وبحمده : عدد خلقه ، ورضا نفسه ، وزنة  
عرشه و مبادئ كلماته »

- 3 مرات -

« أستغفر الله وأتوب إليه »

- 100 مرة -



إِذَا أَتَيْتَ مَضْجَعَكَ، فَتَوَضَّأْ وَضُوءَكَ لِلصَّلَاةِ، ثُمَّ اضْطَجِعْ عَلَى شِقِّكَ  
الْأَيْمَنِ، ثُمَّ قُلِ : اللَّهُمَّ أَسْلَمْتُ وَجْهِي إِلَيْكَ، وَفَوَّضْتُ أَمْرِي إِلَيْكَ،  
وَأَلْجَأْتُ ظَهْرِي إِلَيْكَ، رَغْبَةً وَرَهْبَةً إِلَيْكَ، لَا مَلْجَأَ وَلَا مَنْجَى مِنْكَ إِلَّا إِلَيْكَ،  
اللَّهُمَّ آمَنْتُ بِكِتَابِكَ الَّذِي أَنْزَلْتَ، وَنَبِيِّكَ الَّذِي أَرْسَلْتَ. فَإِنْ مِتَّ مِنْ  
لَيْلَتِكَ، فَأَنْتَ عَلَى الْفِطْرَةِ، وَاجْعَلْهُنَّ آخِرَ مَا تَكَلَّمُ بِهِ

مَنْ نَامَ عَلَى وَضُوءٍ فَأَذْرَكَهُ الْمَوْتُ فِي تِلْكَ اللَّيْلَةِ فَهُوَ عِنْدَ اللَّهِ شَهِيدٌ  
مَنْ تَوَضَّأَ فَأَحْسَنَ الْوُضُوءَ خَرَجَتْ خَطَايَاهُ مِنْ جَسَدِهِ حَتَّى تَخْرُجَ مِنْ تَحْتِ  
أَظْفَارِهِ

إِذَا تَوَضَّأَ الْعَبْدُ الْمُسْلِمُ أَوْ الْمُؤْمِنُ فَعَسَلَ وَجْهَهُ خَرَجَ مِنْ وَجْهِهِ كُلُّ خَطِيئَةٍ  
نَظَرَ إِلَيْهَا بِعَيْنَيْهِ مَعَ الْمَاءِ، أَوْ مَعَ آخِرِ قَطْرِ الْمَاءِ، فَإِذَا غَسَلَ يَدَيْهِ خَرَجَ  
كُلُّ خَطِيئَةٍ كَانَتْ بَطَشَتْهَا يَدَاهُ مَعَ الْمَاءِ، أَوْ مَعَ آخِرِ قَطْرِ الْمَاءِ، فَإِذَا غَسَلَ  
رِجْلَيْهِ خَرَجَتْ كُلُّ خَطِيئَةٍ مَشَتْهَا رِجْلَاهُ مَعَ الْمَاءِ أَوْ مَعَ آخِرِ قَطْرِ الْمَاءِ  
حَتَّى يَخْرُجَ نَقِيًّا مِنَ الذُّنُوبِ

عايض القرني