

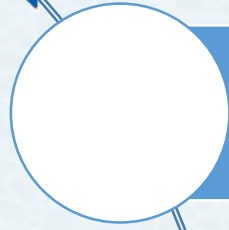


# Etude hydrologique et hydraulique de la voie express entre Guelmim et Laayoune

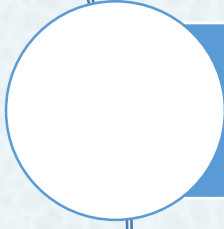
**Par M.EL KHADARY  
Mustapha**

*chef de cellule Projets  
Nationaux –DOA/DR*

# PLAN DE L'EXPOSÉ



Présentation du projet de la voie express Tiznit Laayoune



Contexte et Démarche de l'étude



Etude hydrologique : Approche régionale



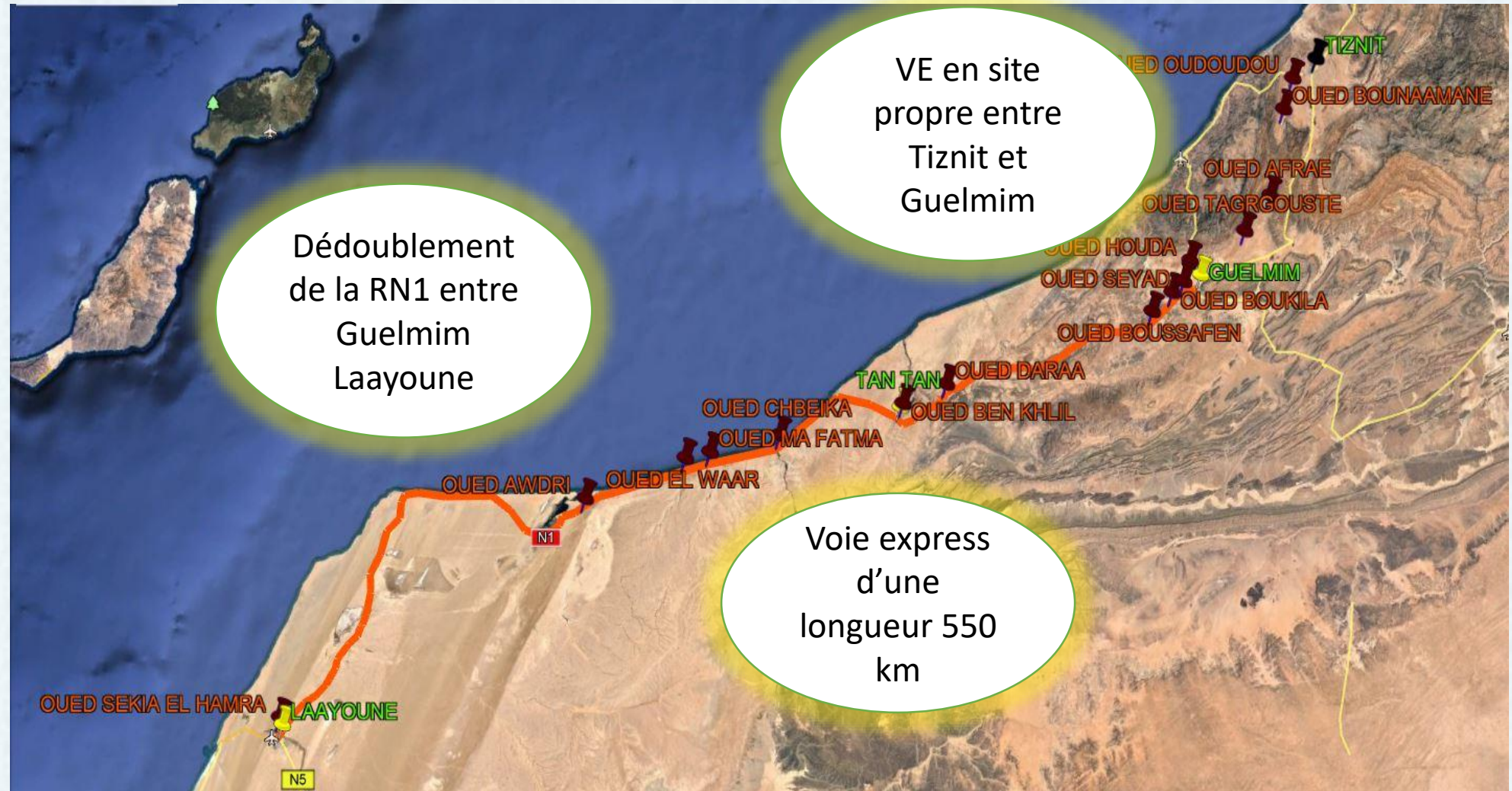
Etude hydraulique : modélisation bidimensionnelle Cas de la section Guelmim - Zriouila

# Présentation du projet de la voie Express Tiznit Laayoune

Extrait du Discours Royal à l'occasion du 40ème Anniversaire de la Marche Verte :

« ففي مجال البنيات التحتية، ستم تقوية الشبكة الطرقية بالمنطقة بإنجاز طريق مزدوج، بالمواصفات الدولية، بين تزنيت - العيون والداخلة. »

# Présentation du projet de la voie Express Tiznit Laayoune



# Contexte et Démarche de l'étude

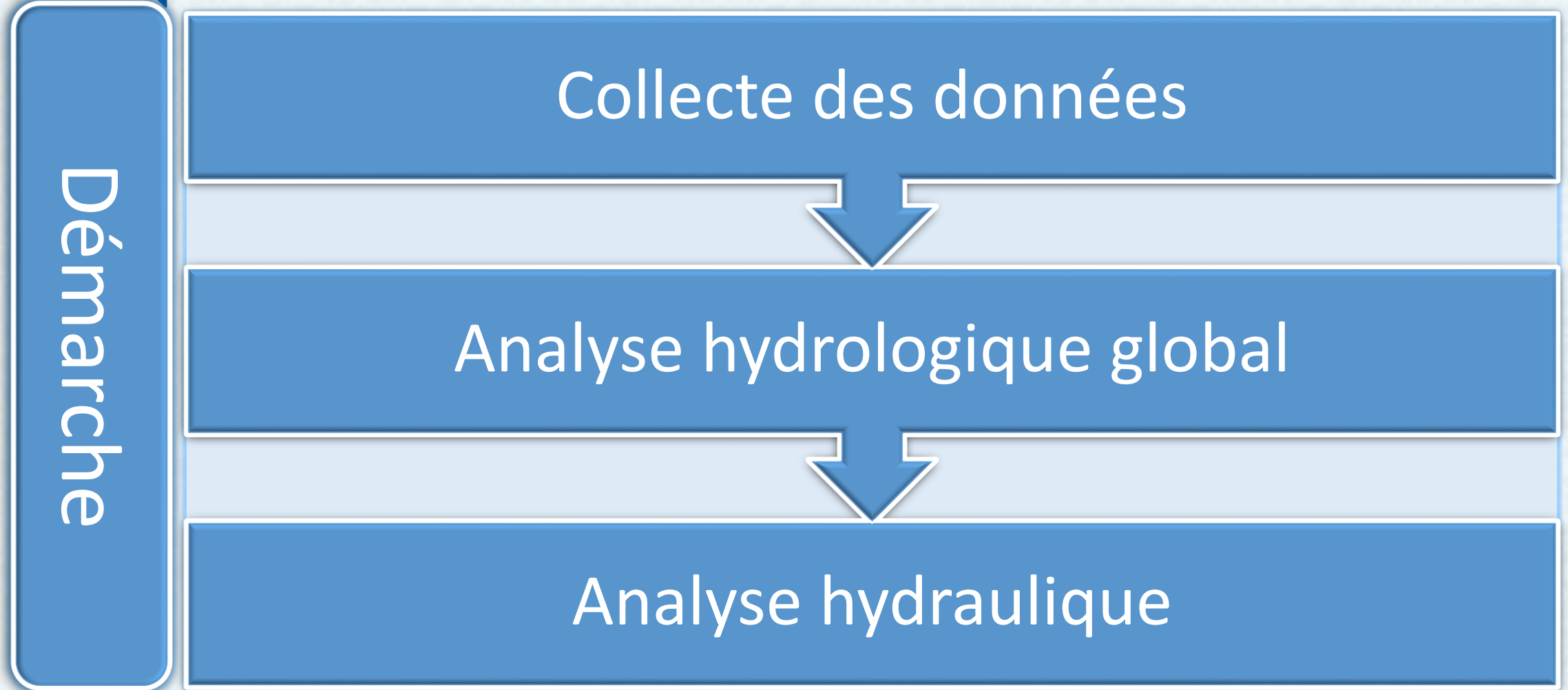
## Importance du projet

- ❖ Projet important pour le développement des province du sud avec des standards international
- ❖ Axe de liaison du Maroc et l'Afrique de ouest
- ❖ Offre d'un niveau de service de qualité depuis TANGER jusqu'à DAKHLA.
- ❖ Haute exigence de viabilité.

## Contexte hydrologique et hydraulique particulier

- ❖ Interconnexion entre les grands écoulements
- ❖ Vulnérabilité de l'infrastructures au risque hydraulique.
- ❖ Caractère violent des crues des cours d'eau interceptés par le projet
- ❖ Manque important dans le données hydrologiques et étude de ce type

# Contexte et Démarche de l'étude



# Collecte des données

- Cartes topographiques
- Les données pluviométriques
- Les données hydrométriques
- Les données sur barrages existant et projetés
- Image satellitaires des inondations de 2014
- Études de tracé

## Collecte des données : Pluviométrie

## Guelmim – Tan Tan

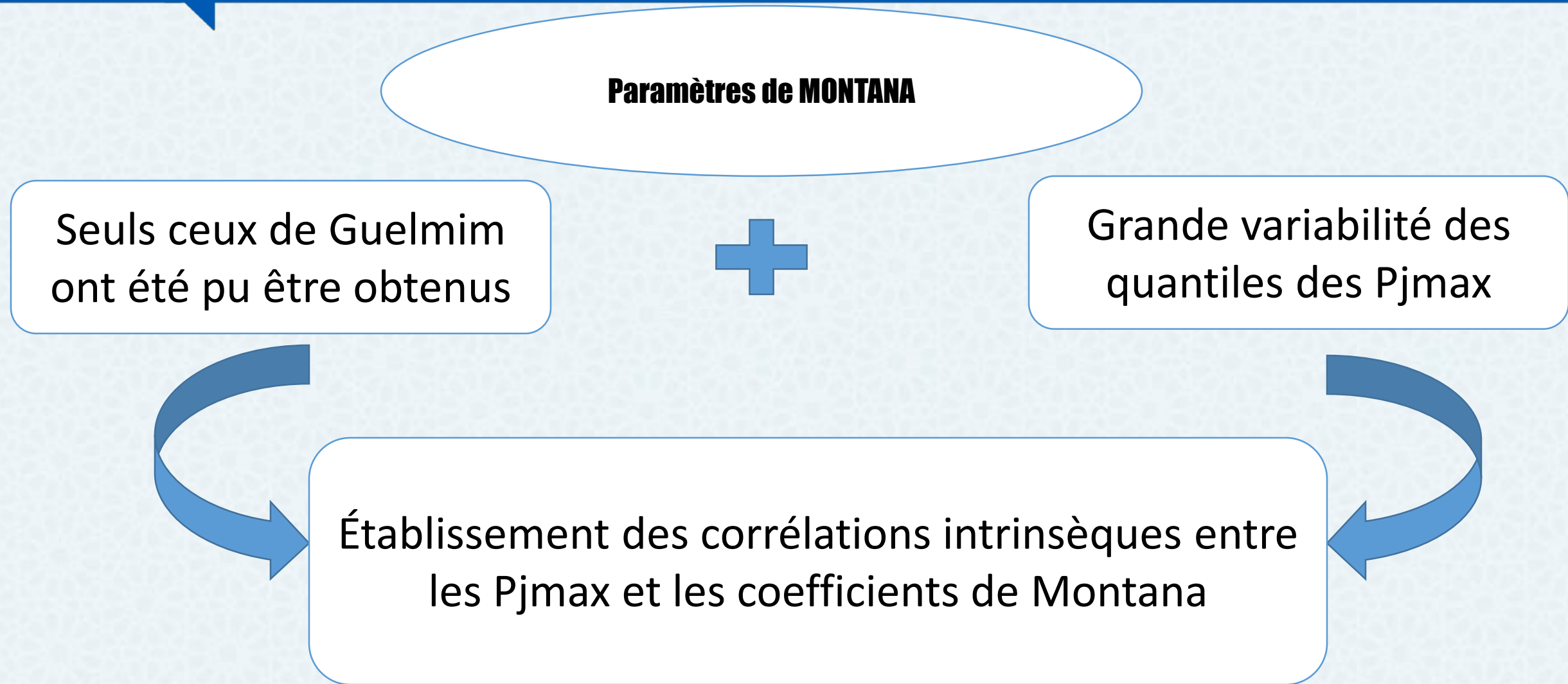
Laayoune– Tan Tan

19 postes  
pluviométriques  
1936-2015

## Pjmax

## Pan

# Collecte des données : Pluviométrie

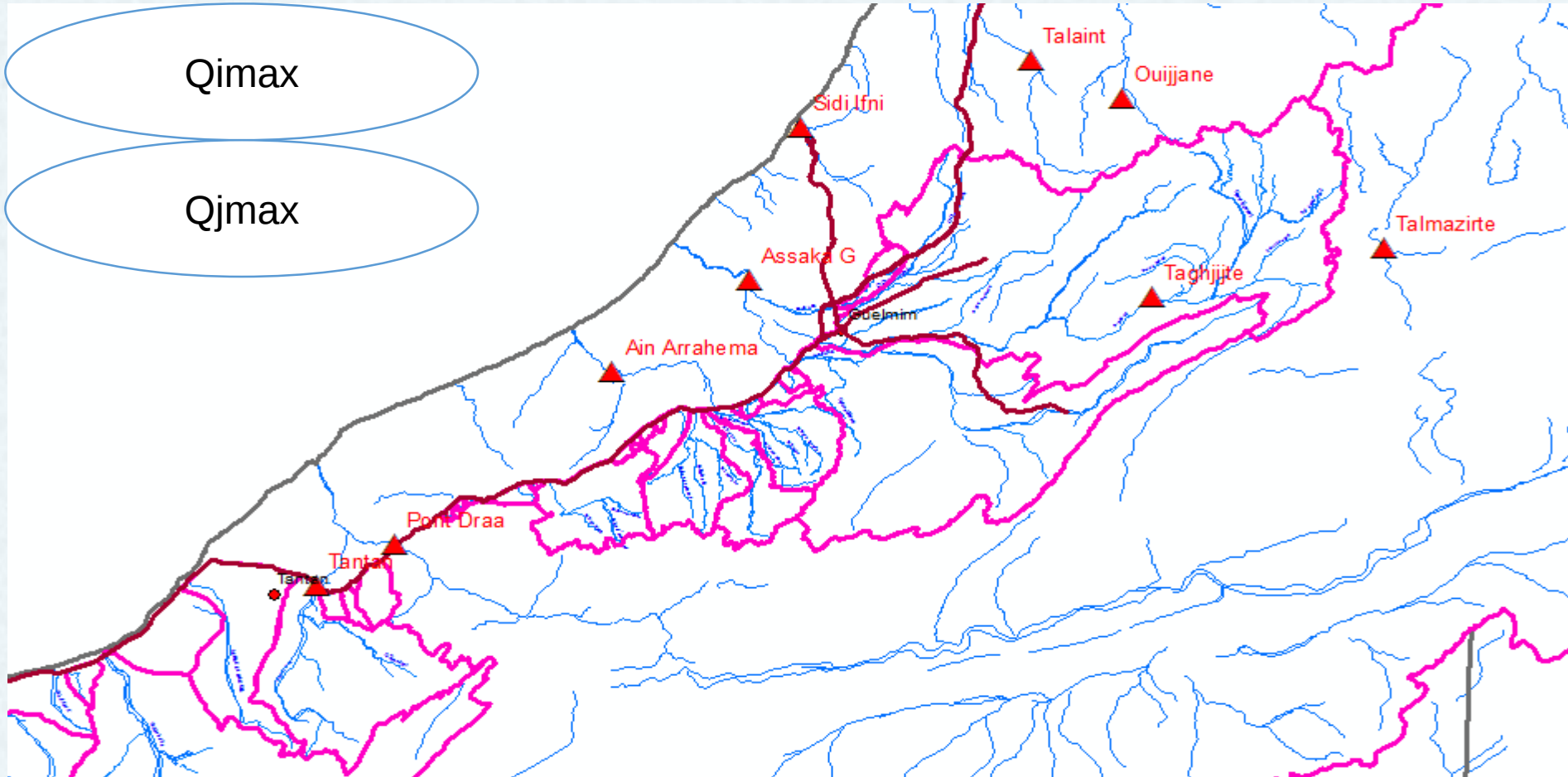


# Collecte des données : Hydrométrie

## Stations hydrométriques

Qimax

Qjmax



# Collecte des données : barrages

## Barrages existants et projetés

| BARRAGE                 | OUED                 | ETAT             | Date prévisible de début de réalisation | X       | Y      | S km²  | Kp  | Qp50 (Projet) m³/s | Qp100 m³/s | Qp100 Laminé m³/s | Qp1000 m³/s | Qp1000 Laminé m³/s | %     |
|-------------------------|----------------------|------------------|-----------------------------------------|---------|--------|--------|-----|--------------------|------------|-------------------|-------------|--------------------|-------|
| BARRAGE FASK            | OUED SEYAD           | En phase d'étude | 2017                                    | 77060   | 225300 | 2380   | 4.4 |                    | 2700       | 2373              |             |                    | 12.1% |
| BARRAGE TIGHMART        | OUED OUARGENNON      | En phase d'étude | ?                                       | 61398   | 224410 | 1815   | 4.1 |                    | 1565       |                   | 2118        | 2116               | 0.1%  |
| BARRAGE TAYERT          | OUED SIYYAD          | En phase d'étude | Site abandonné                          | 50700   | 229600 | 90     | 3.8 |                    | 177        |                   |             |                    |       |
| BARRAGE GELTA ZERGA     | OUED DRAA            | En phase d'étude | Pas de visibilité                       | -36450  | 176730 | 47000  | 2.7 |                    | 3606       |                   |             |                    |       |
| BARRAGE BEN KHLIL       | OUED BEN JULIL       | En phase d'étude | Pas de visibilité                       | -59920  | 170574 | 453    | 4.3 |                    | 906        |                   |             |                    |       |
| BARRAGE SAHB LHARCHA    | OUED SEHBE EL HARCHA | Existant         | Existant                                | -84300  | 175200 |        |     |                    | 42         |                   |             |                    |       |
| BARRAGE GRARAT RGIBYINE | OUED CHEBEIKA        | En phase d'étude | Pas de visibilité                       | -88900  | 131750 |        |     |                    | 72         |                   | 119         |                    |       |
| BARRAGE LABOUIR         | OUED EL MARMOUTH     | En phase d'étude | 2017                                    | -240928 | 75812  | 956    | 4.1 |                    | 1147       | 1113              |             |                    | 3.0%  |
| BARRAGE SAQUIA ALHAMRA  | OUED SAQUIA ALHAMRA  | Existant         | Existant                                | -270775 | 44383  | 51 335 |     | 400                |            |                   |             |                    |       |

- La plus part des barrages sont affectés par un taux d'envasement très important;
- Les effets de laminage sont très réduits. Seul le barrage FASK peut être pris en compte ;
- Les barrages dont la date du début de réalisation n'est pas fixée ne seront pas pris en compte.

# Collecte des données : commentaires

- Concentration des données dans la zone Guelmim\_TAN TAN;
- La grande variabilité des pluies entre les deux zones ne permet par l'utilisation des données pour tout le projet,
- Un manque important dans les stations de jaugeage même sur les grands cours d'eau,
- Un investissement dans les moyens de mesure de la donnée hydrologique est nécessaire.

# Etude hydrologique : Analyse pluviométrique

**Pluies journalières maximales annuelles  $P_{jmax}$**

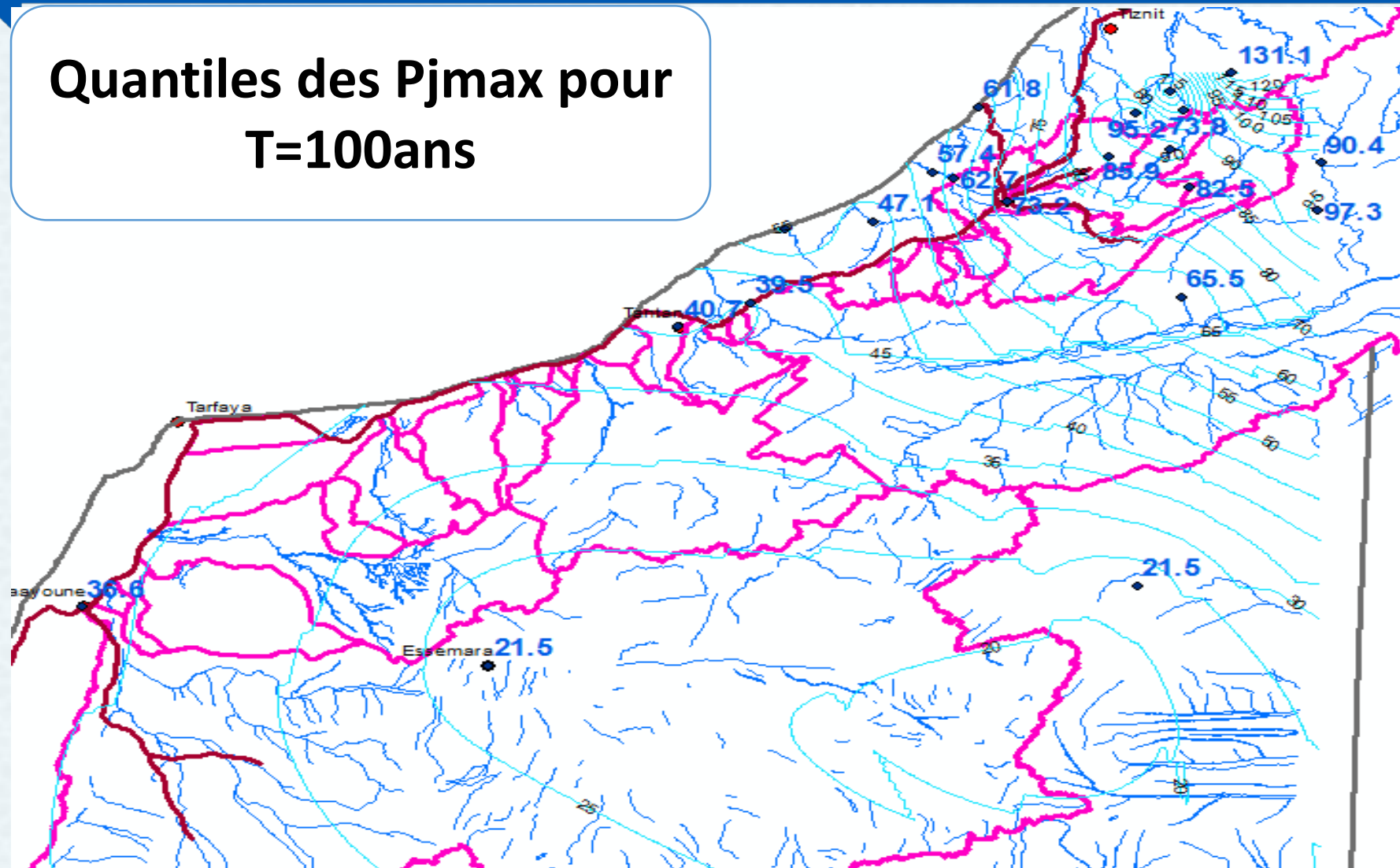
**GRADEX des pluies**

Ajustement  
statistiques

**Pluies maximales pour  
plusieurs périodes de  
retour**

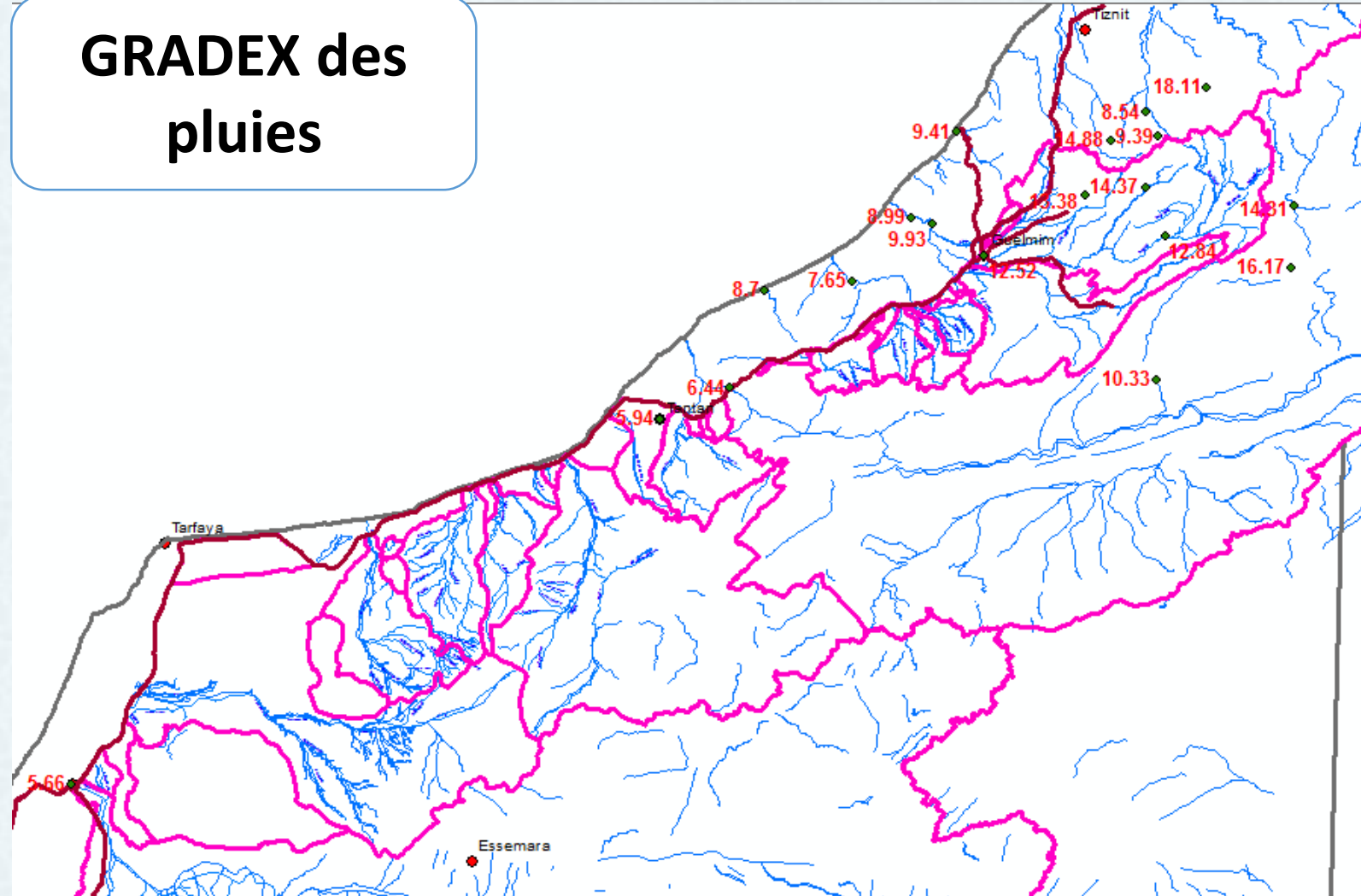
# Etude hydrologique : Analyse pluviométrique

Quantiles des Pjmax pour  
T=100ans



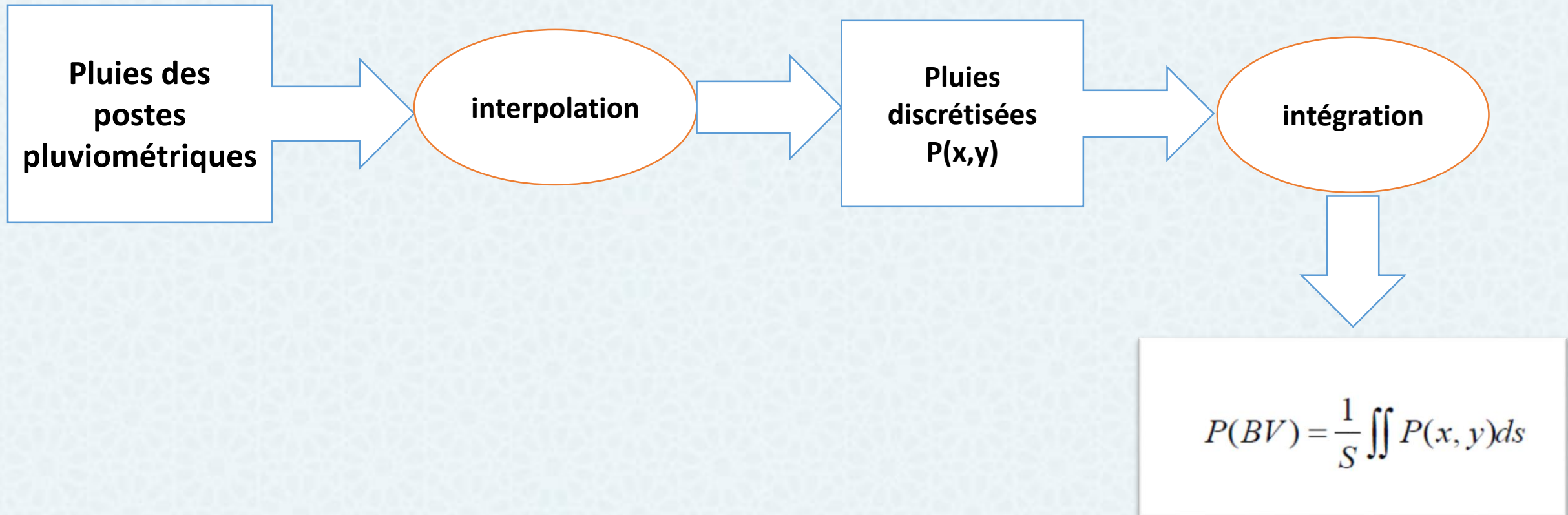
# Etude hydrologique : Analyse pluviométrique

## GRADEX des pluies



# Etude hydrologique : Analyse pluviométrique

Estimation  $P_{jmax}(T)$  , GRADEX des pluies pour les bassins versant étudiés



# Etude hydrologique : Analyse pluviométrique

## Estimation $P_{jmax}(T)$ , GRADEX des pluies pour les bassins versant étudiés

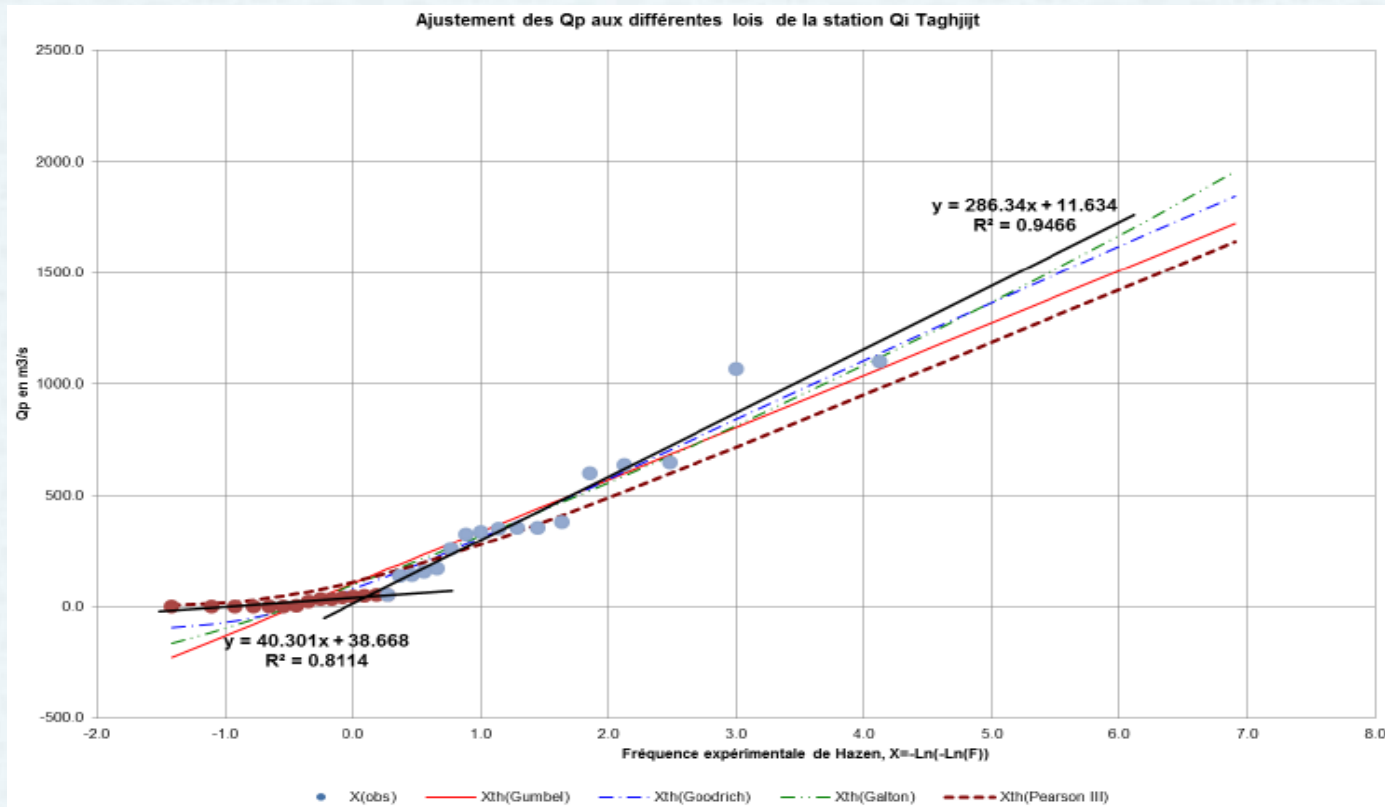
| N0 | Bassins versant        | PA<br>N<br>mm | P0<br>mm | Grade<br>x<br>mm/j | P2<br>mm | P5<br>mm | P10<br>mm | P20<br>mm | P50<br>mm | P100<br>mm |
|----|------------------------|---------------|----------|--------------------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| 1  | BV-FASK_BGE            | 112           | 24.4     | 13.6               | 28.9     | 44.5     | 55.1      | 65.6      | 79.5      | 90.4       |
| 2  | BV_AIN-ERRAHMA_STATION | 81            | 14.6     | 9.3                | 17.6     | 27.2     | 33.9      | 40.5      | 49.2      | 55.7       |
| 4  | BV_IFNI_STATION        | 129           | 21.1     | 11.1               | 25.1     | 37.8     | 46.6      | 54.6      | 64.7      | 72.2       |
| 5  | BV-AHRAM               | 53            | 12.3     | 6.5                | 14.5     | 21.2     | 25.3      | 29.7      | 35.5      | 39.8       |
| 6  | BV-AMMA FATMA          | 35            | 9.6      | 5.6                | 11.2     | 16.6     | 20.3      | 23.9      | 28.6      | 32.2       |
| 7  | BV-AWDRI               | 30            | 9.0      | 5.6                | 10.5     | 15.7     | 19.2      | 22.6      | 27.0      | 30.3       |
| 8  | BV-BOUTKEMMART         | 72            | 15.5     | 10.3               | 18.9     | 29.9     | 37.6      | 45.1      | 54.9      | 62.2       |
| 9  | BV-BEN KHLIL           | 46            | 11.1     | 6.2                | 13.2     | 19.5     | 23.6      | 27.8      | 33.3      | 37.4       |
| 10 | BV-BOUMALIH            | 71            | 13.3     | 8.1                | 16.0     | 24.4     | 29.9      | 35.5      | 42.9      | 48.3       |
| 11 | BV_OUED SEYAD          | 113           | 21.2     | 12.8               | 25.5     | 43.0     | 51.0      | 60.5      | 72.6      | 81.6       |
| 12 | BV-EL OUAAR            | 33            | 9.4      | 5.6                | 10.9     | 16.3     | 20.0      | 23.5      | 28.1      | 31.5       |
| 13 | BV-NAPPE DE TARFAYA    | 36            | 10.2     | 6.1                | 12.1     | 18.8     | 23.3      | 27.4      | 32.6      | 36.5       |
| 14 | BV-BOUKILA             | 80            | 18.0     | 11.8               | 21.8     | 34.7     | 43.5      | 52.2      | 63.6      | 72.2       |
| 15 | BV-CHEBEIKA            | 33            | 9.2      | 5.7                | 10.6     | 15.5     | 18.7      | 22.0      | 26.5      | 29.8       |
| 16 | BV-DRAA                | 52            | 14.4     | 9.4                | 17.3     | 27.0     | 33.6      | 40.0      | 48.4      | 54.6       |

**Analyse statistique**

**Méthode GRADEX**

**Modélisation pluie - débit**

## Résultats pour le cas de station TAGHJIJT – Analyse Statistique



- Un début de ruissèlement marqué et très précoce soit à partir de la période de retour  $T=10\text{ans}$ ,
- Le débit de projet pour  $T=100\text{ans}$  est de l'ordre de  $1129\text{m}^3/\text{s}$  correspondant à  $K_p = 4.07$

## Méthode GRADEX : principe

Lorsque le débit dépasse une certaine valeur, le sol est saturé. Cette valeur, nommée débit seuil (débit décennal au débit cinquantennal, selon les sols et les caractéristiques du bassin versant). Ainsi, pendant le temps de base de ruissellement  $D$  tout accroissement de pluie induit le même accroissement en débit.

# Etude hydrologique : Analyse hydrométriques

## Résultats pour le cas de station TAGHJIJT – GRADEX

Résultats de l'analyse pluviométrique



| N0 | Bassins versant     | PA<br>N<br>mm | P0<br>m<br>m | Grade<br>x<br>mm/j | P2<br>mm | P5<br>mm | P10<br>mm | P20<br>mm | P50<br>mm | P100<br>mm |
|----|---------------------|---------------|--------------|--------------------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| 32 | BV-TAGHJIJT-STATION | 110           | 25           | 14                 | 29.<br>7 | 45.<br>5 | 56.<br>5  | 67.<br>4  | 82.<br>2  | 93.8       |

Ajustement statistique des Qjmax



$$Q_{jmax}(T) = 76.931 u(T) - 8.9475, T > 1.82 \text{ ans}$$

La corrélation entre Qjmax(T) et Qp(T)



Coefficient de pointe  
**Cp=3.6**

# Etude hydrologique : Analyse hydrométriques

## Résultats pour le cas de station TAGHJIJT – GRADEX

| Station   | TaghjiJT |          |            |                      |          |                           |        |        |
|-----------|----------|----------|------------|----------------------|----------|---------------------------|--------|--------|
| G<br>mm/j | P0<br>mm | ARF      | T*         | S<br>Km <sup>2</sup> | Cp       | Qj0<br>m <sup>3</sup> /s  | s      | T0     |
| 14        | 25       | 0.69     | 20         | 1404                 | 3.60     | -8.948                    | 76.931 | 1.82   |
|           |          |          |            |                      |          | Qjmax(T) = s x u(T) + Qj0 |        | T > T0 |
| T         | u        | Pjmax(T) | Pjmax(A,T) | ROJ(T)               | Qjmax(T) | Qp(T)                     | Kp(T)  | CN(T)  |
| 2         | 0.4      | 30       | 21         | 1.2                  | 19       | 69                        | 1.4    | 81.3   |
| 5         | 1.5      | 46       | 32         | 6.6                  | 106      | 383                       | 3.0    | 83.6   |
| 10        | 2.3      | 57       | 39         | 10.1                 | 164      | 591                       | 3.3    | 83.1   |
| 20        | 3.0      | 67       | 46         | 13.5                 | 220      | 790                       | 3.6    | 82.3   |
| 50        | 3.9      | 80       | 55         | 22.5                 | 365      | 1314                      | 4.1    | 84.6   |
| 100       | 4.6      | 89       | 61         | 29.2                 | 474      | 1706                      | 4.3    | 85.6   |

Le débit de projet pour  
 $T=100$ ans est de l'ordre de  
 $1706 \text{ m}^3/\text{s}$  correspondant à  
 $Kp = 4.3$

## Comparaison entres les différents méthodes

|       |            |        | K               | a        | a        |
|-------|------------|--------|-----------------|----------|----------|
|       |            |        | 2               | 2        | 9.88     |
|       |            |        | a               | N        | b        |
|       |            |        | 20              | 85       | 0.742    |
| T     | Ajustement | Gradex | Mallet Gauthier | FullerII | Régional |
| 2     |            | 69     |                 | 780      | 277      |
| 5     |            | 383    | 251             | 1167     | 552      |
| 10    | 656        | 591    | 424             | 1460     | 759      |
| 20    | 862        | 790    | 544             | 1753     | 967      |
| 50    | 1129       | 1314   | 671             | 2141     | 1241     |
| T     | Ajustement | Gradex | Mallet Gauthier | FullerII | Régional |
| 100   | 1329       | 1706   | 753             | 2434     | 1449     |
| 200   |            | 2097   | 827             | 2727     | 1656     |
| 500   |            | 2612   | 916             | 3114     | 1931     |
| 1000  |            | 3002   | 977             | 3407     | 2138     |
| 2000  |            | 3391   | 1035            | 3700     | 2346     |
| 5000  |            | 3906   | 1107            | 4087     | 2620     |
| 10000 |            | 4295   | 1159            | 4380     | 2828     |

- Inadéquation de l'application des formules empiriques sans calage préalable de leur paramètre,
- Le débit retenue est celui de la méthode GRADEX puisque il combine l'utilisation des deux données pluviométriques et hydrométrique.

## Modèle pluie-débit type SCS : principe

Il s'agit d'un modèle de transfert pluie-débit basé sur la pluviométrie responsable du ruissellement et sur les paramètres hydrologiques des bassins versants drainés par les axes d'écoulement principaux.

Elle est basée sur l'estimation de plusieurs paramètres notamment :

- Coefficient d'indexation du sol CN (CURVE NUMBER) qui traduit la capacité de génération des crues et qui dépend de l'occupation du sol et son état de saturation,
- La fonction de transfert de ce ruissellement dépend des caractéristiques des cours d'eau principal notamment le temps de concentration.

# Etude hydrologique : Analyse hydrométriques

## Modèle pluie-débit type SCS

Estimation du coefficient d'indexation du sol CN

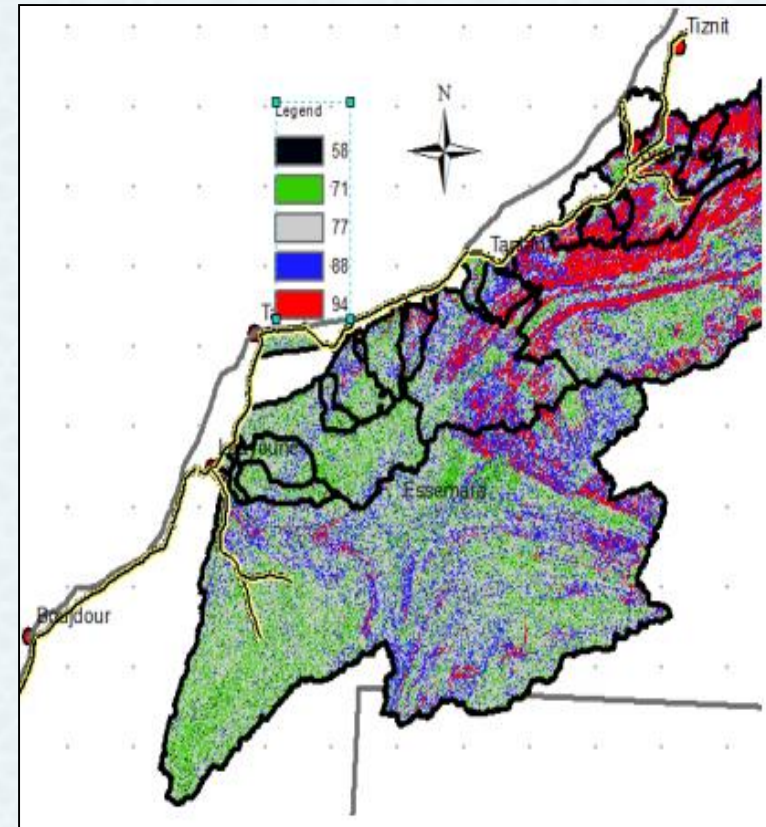
Corrélation entre la pente et le CN

|                                    |         |               |
|------------------------------------|---------|---------------|
| Sous bassins à pente très forte    | CN = 94 | >8%           |
| Sous bassins à fortes pentes       | CN = 88 | 3% < P < 8%   |
| Sous bassins à pente moyenne       | CN = 77 | 1% < P < 3%   |
| Sous bassins à pentes faible       | CN = 71 | 0.2% < P < 1% |
| Sous bassins à pentes très faibles | CN = 58 | <0.2%         |

Utilisation de l'outil ARCGIS

Établissement d'une Carte de pente pour tous les bassin versent de l'étude

Établissement d'une Carte du CN

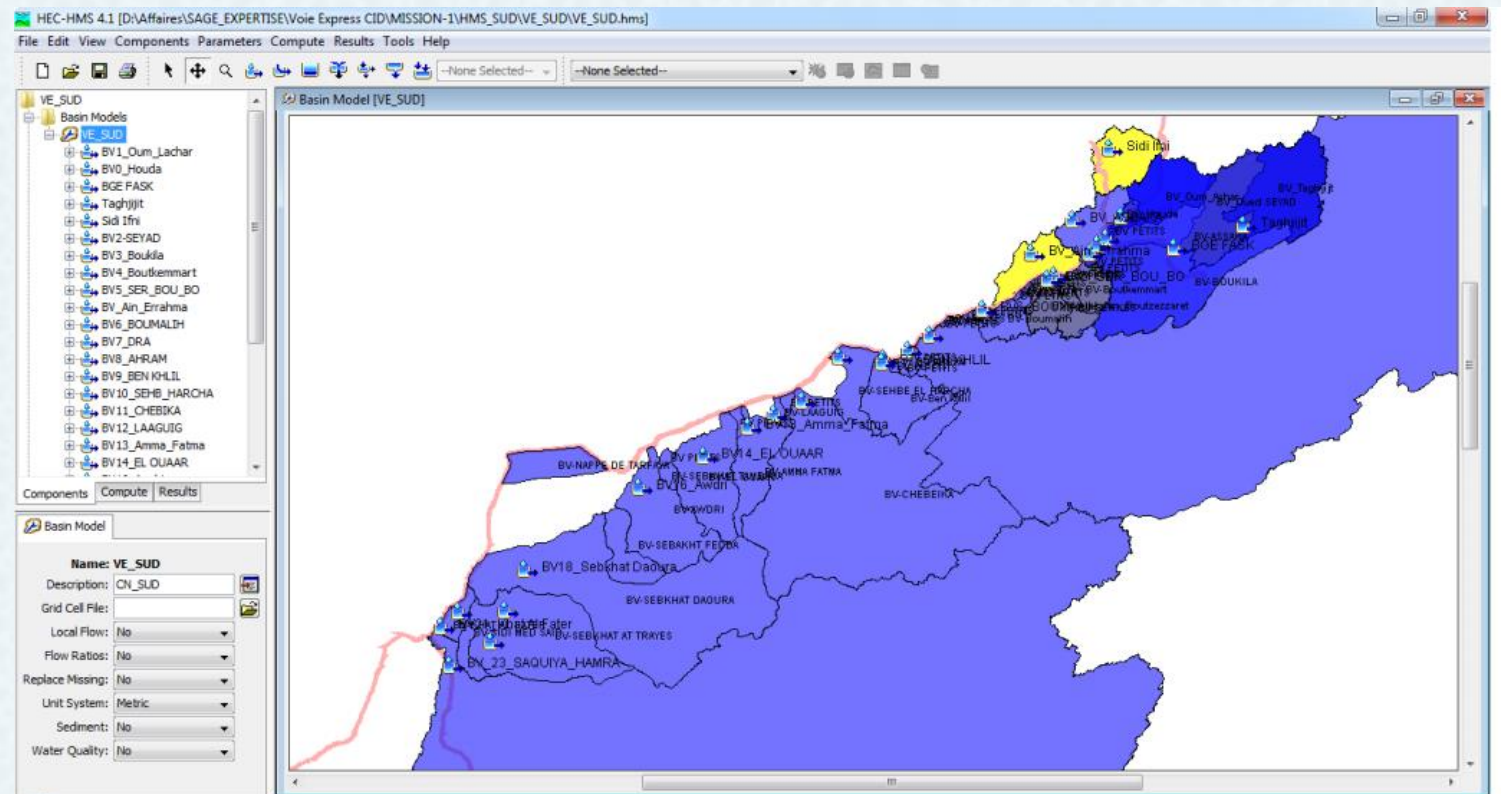


## Modèle pluie-débit type SCS

### Ossature du modèle établi

La modélisation a été faite à l'aide du logiciel HEC-HMS en utilisant les paramètres suivants :

- Une pluie  $P_{jmax}(100ans)$ ,
- Deux états d'antécédent d'humidité correspondant à deux CN (humidité moyenne et saturée)
- Le pente du talweg principal (le transfert)



# Etude hydrologique : Analyse hydrométriques

## Modèle pluie-débit type SCS

|       |            |        | K               | a        | a        |
|-------|------------|--------|-----------------|----------|----------|
|       |            |        | 2               | 2        | 9.88     |
|       |            |        | a               | N        | b        |
|       |            |        | 20              | 85       | 0.742    |
| T     | Ajustement | Gradex | Mallet Gauthier | FullerII | Régional |
| 2     |            | 69     |                 | 780      | 277      |
| 5     |            | 383    | 251             | 1167     | 552      |
| 10    | 656        | 591    | 424             | 1460     | 759      |
| 20    | 862        | 790    | 544             | 1753     | 967      |
| 50    | 1129       | 1314   | 671             | 2141     | 1241     |
| T     | Ajustement | Gradex | Mallet Gauthier | FullerII | Régional |
| 100   | 1329       | 1706   | 753             | 2434     | 1449     |
| 200   |            | 2097   | 827             | 2727     | 1656     |
| 500   |            | 2612   | 916             | 3114     | 1931     |
| 1000  |            | 3002   | 977             | 3407     | 2138     |
| 2000  |            | 3391   | 1035            | 3700     | 2346     |
| 5000  |            | 3906   | 1107            | 4087     | 2620     |
| 10000 |            | 4295   | 1159            | 4380     | 2828     |

| NBV  | Bassins versant                  | S Km² | ARF P100 | P%   | Q100 SCS<br>Moyen | Q100 SCS<br>Humide | K100<br>SCS |
|------|----------------------------------|-------|----------|------|-------------------|--------------------|-------------|
|      | BV_AIN-ERRAHMA_STATION           | 1635  | 37.7     | 0.8  | 601               | 1159               | 3.9         |
|      | BV_IFNI_STATION                  | 685   | 56.4     | 1.1  | 1475              | 1897               | 4.7         |
| BV0  | BV-HOUDA                         | 44    | 73.5     | 1.1  | 82.4              | 135.5              | 3.9         |
|      | BV-TAGHJUIT-STATION              | 1404  | 64.3     | 1.1  | 1715              | 2332               | 4.6         |
|      | BV-ASSAKA-STATION                | 8337  | 44.7     | 0.5  | 1460              | 2827               | 3.9         |
|      | BV-FASK_BGE                      | 2400  | 59.1     | 0.7  | 1844              | 2567               | 4.4         |
| BV1  | BV-OUM LAACHAR                   | 837   | 61.5     | 0.9  | 804               | 1263               | 4.3         |
| BV2  | BV_OUED SEYAD & OUM AACHAR       | 3709  | 53.0     | 0.6  | 1836              | 2763               | 4.2         |
| BV3  | BV-BOUKILA                       | 2159  | 47.8     | 0.5  | 827               | 1402               | 3.9         |
| BV4  | BV-BOUTKEMMART                   | 306   | 55.1     | 1.1  | 412               | 612                | 4.2         |
| BV5  | BV-SERKES+BOUSSAFEN+BOUTZEZZARET | 580   | 43.4     | 0.8  | 410               | 670                | 3.9         |
| BV6  | BV-BOUMALIH                      | 360   | 42.0     | 1.6  | 370               | 608                | 4.1         |
| BV7  | BV-DRAA                          | 77686 | 35.5     | 0.07 | 2735              | 6422               | 2.9         |
| BV8  | BV-AHRAM                         | 81    | 38.7     | 0.7  | 132.4             | 63.2               | 3.1         |
| BV9  | BV-BEN KHLIL_STATION             | 890   | 31.1     | 0.8  | 220               | 541                | 3.5         |
| BV10 | BV-SEHBE EL HARCHA               | 516   | 33.4     | 0.4  | 50.3              | 201                | 3.0         |
| BV11 | BV-CHEBEIKA                      | 7283  | 23.0     | 0.2  | 208               | 805                | 2.5         |
| BV12 | BV-LAAGUIG                       | 81    | 34.6     | 0.8  | 32.5              | 91.8               | 3.4         |
| BV13 | BV-AMMA FATMA                    | 796   | 27.0     | 0.4  | 56.4              | 201                | 2.7         |
| BV14 | BV-EL OUAAR                      | 1215  | 25.7     | 0.3  | 30.2              | 190                | 2.4         |
| BV16 | BV-AWDRI                         | 1414  | 24.5     | 0.3  | 32.4              | 213                | 2.4         |

# Etude hydrologique : Approche régionale

Calcul des débits par les différentes approches



Confrontation et analyse critique des différents résultats



Élaboration des formules régionale

Dégager une grande variabilité des débits de pointes.

Les paramètres d'entrée considérés sont :

- la zone du projet
- La superficie
- L'état de saturation du sol

# Etude hydrologique : Approche régionale

## Formules Régionales

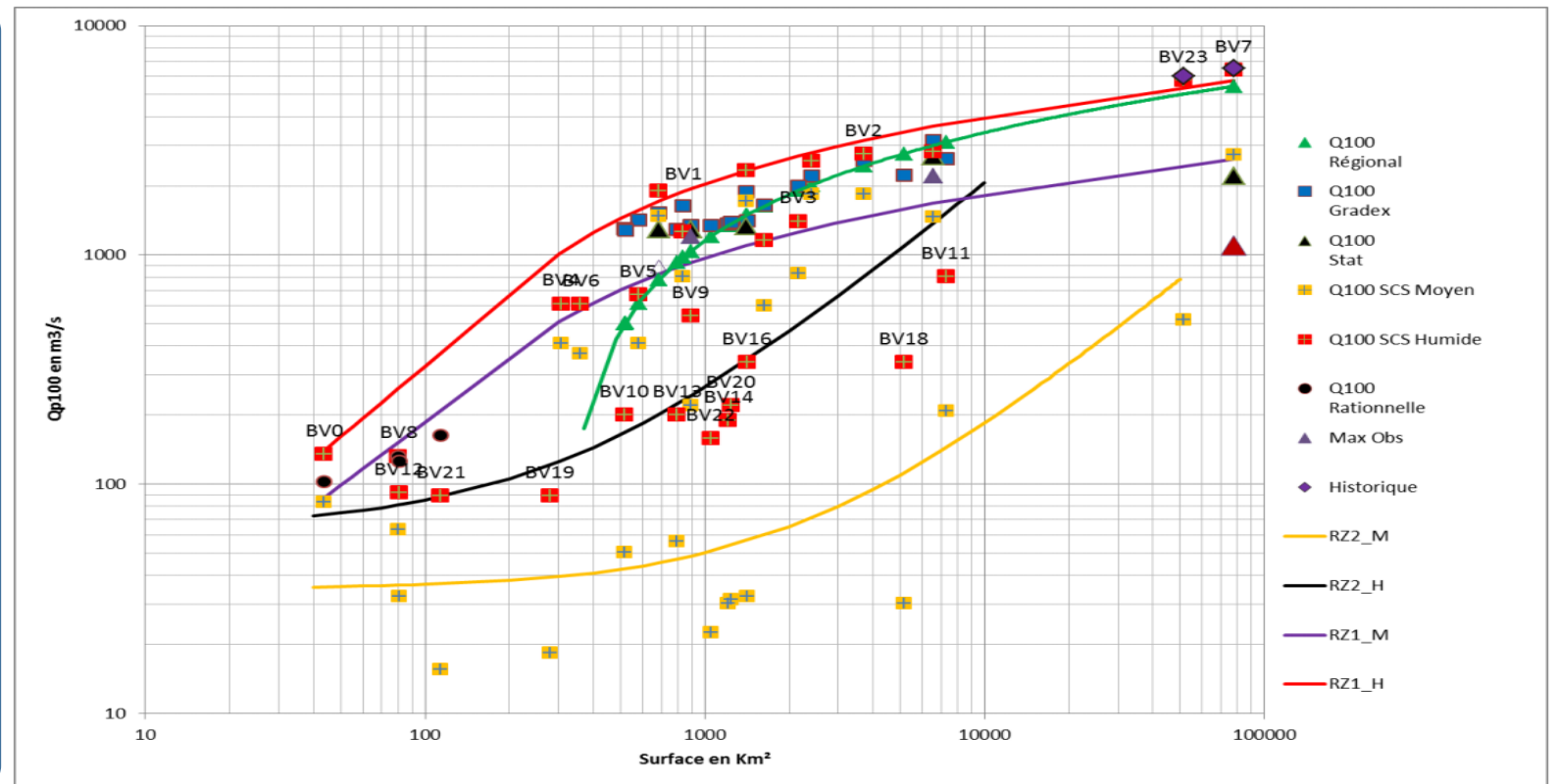
Deux zones

GUELMIM– TAN TAN  
TAN TAN - LAAYOUNE

Deux états d'humidité

Moyen (CN II) : M  
Saturé (CNIII) : H

Courbes enveloppes



# Etude hydrologique : Approche régionale

## Formules Régionales

| Zone/ Antécédent H      | Etat Moyen (CNII)                                                                                                                               | Etat Humide (CNIII)                                                 |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Z1 Guelmim – Tan Tan :  |                                                                                                                                                 |                                                                     |
| 40 km² < S < 300 Km²    | Q100 ~ 2.72 S <sup>0.92</sup><br>(Transition Rationnelle-Régionale)                                                                             | Q100 ~ 2.95 S <sup>1.02</sup><br>(Transition Rationnelle-Régionale) |
| 300 km² < S < 10000 Km² | Q100 = 378.5 Ln(S) - 1648                                                                                                                       | Q100 = 860 Ln(S) - 3900                                             |
| S > 10 000 Km²          | L'extrapolation donne un ordre de grandeur mais elle nécessite une étude particulière et notamment un investissement dans les points de mesures |                                                                     |
| Z2 Tan Tan - Laayoune : |                                                                                                                                                 |                                                                     |
| 40 km² < S < 10 000 Km² | Q100 = 0.015 S + 35                                                                                                                             | Q100 = 0.20 S + 65                                                  |
| S > 10 000 Km²          | L'extrapolation donne un ordre de grandeur mais elle nécessite une étude particulière et notamment un investissement dans les points de mesures |                                                                     |

- ❑ L'approche régionale adoptée pourra servir de base pour d'autre étude de la région,
- ❑ Les formules établies ne constituent qu'un **état 0** en l'absence de toute étude antérieure,
- ❑ Après un investissement dans la collecte de la donnée hydrologique un recalage de ces formules sera indispensable,
- ❑ L'utilisation des formules empiriques non calées pourra avoir des conséquences néfastes sur l'estimation des débits et par conséquent sur la fonctionnalité et l'économie du projet..

# Etude hydraulique: Zone Guelmim ZRIOUILA

1. Objectif de l'étude
2. Situation de la zone d'étude
3. Aspect hydrologique
4. Aspect hydraulique

## 1. Objectif de l'étude

Volet OA

Définition des grands franchissements interceptés par la voie express dans cette zone

Volet Tracé

Analyse hydraulique des variantes de tracé

Détermination des contraintes hydrauliques imposées au tracé

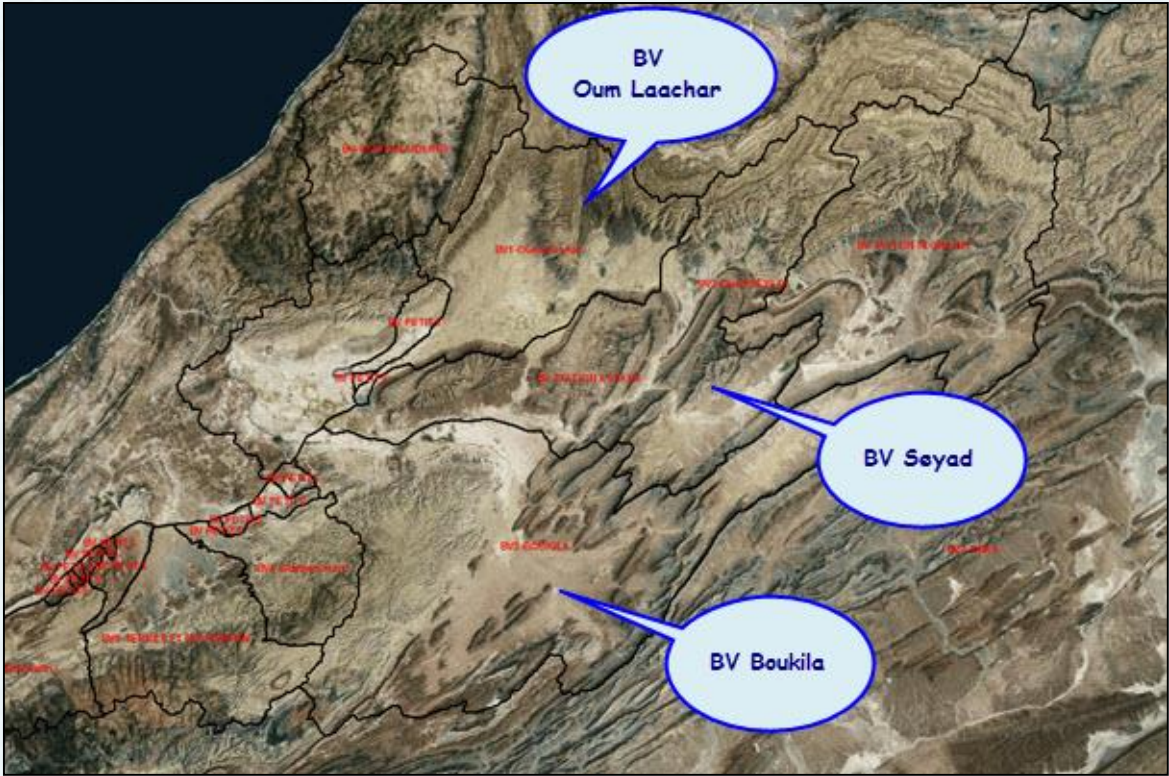
## 2. Situation



## 3. Aspect hydrologique

Bassins versants :

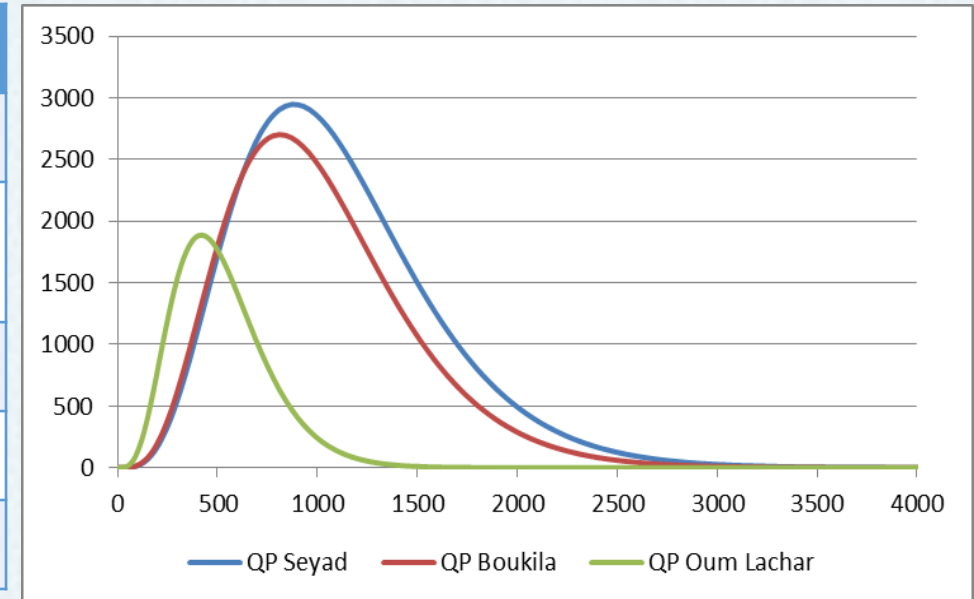
| BV          | A (Km²) | L (Km) | Hmax (NGM) | Hmin (NGM) | Pente (%) |
|-------------|---------|--------|------------|------------|-----------|
| Oum Laachar | 873     | 60     | 800        | 240        | 0.9       |
| Seyad       | 2872    | 145    | 1258       | 235        | 0.6       |
| Boukila     | 2159    | 123    | 1120       | 220        | 0.5       |



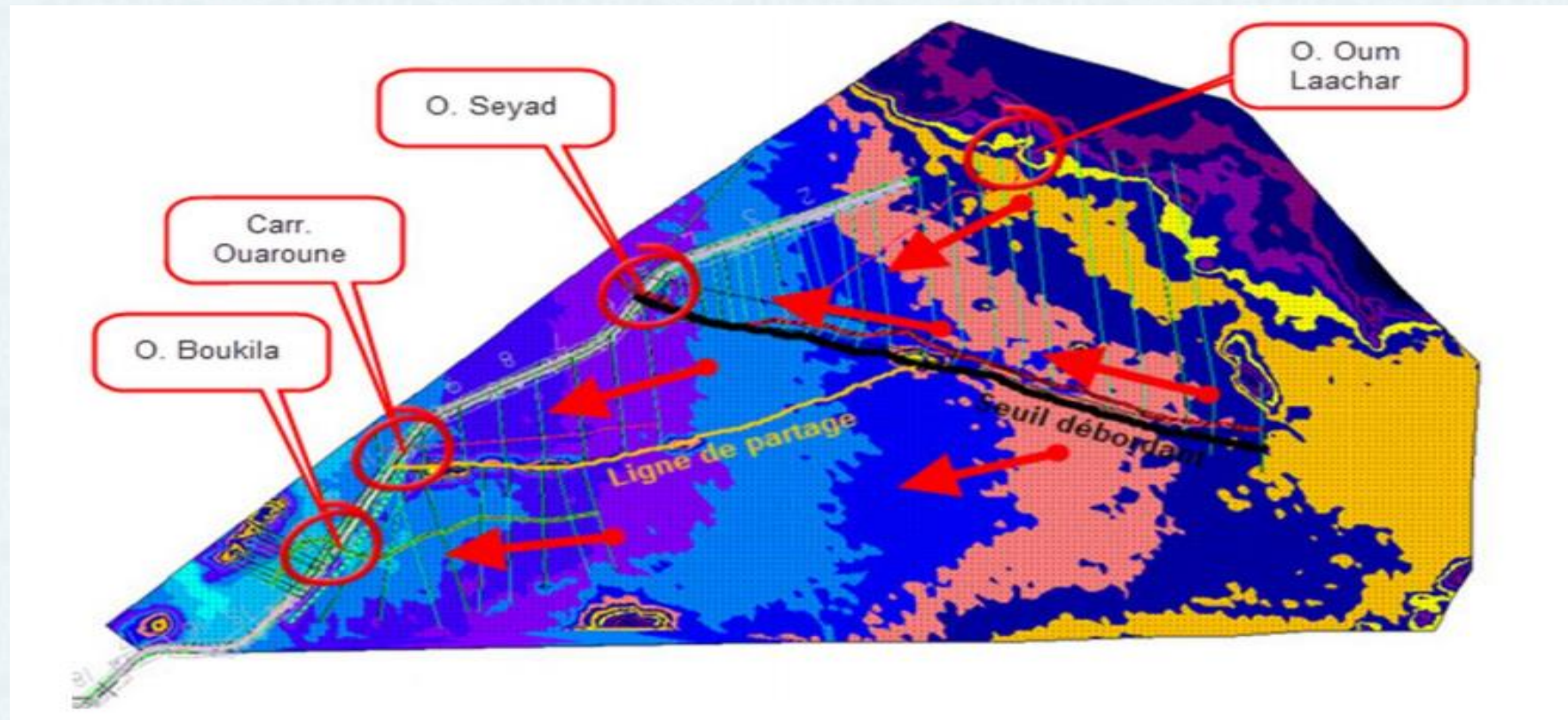
## 3. Aspect hydrologique

### Débits de pointes et hydrogrammes de crues

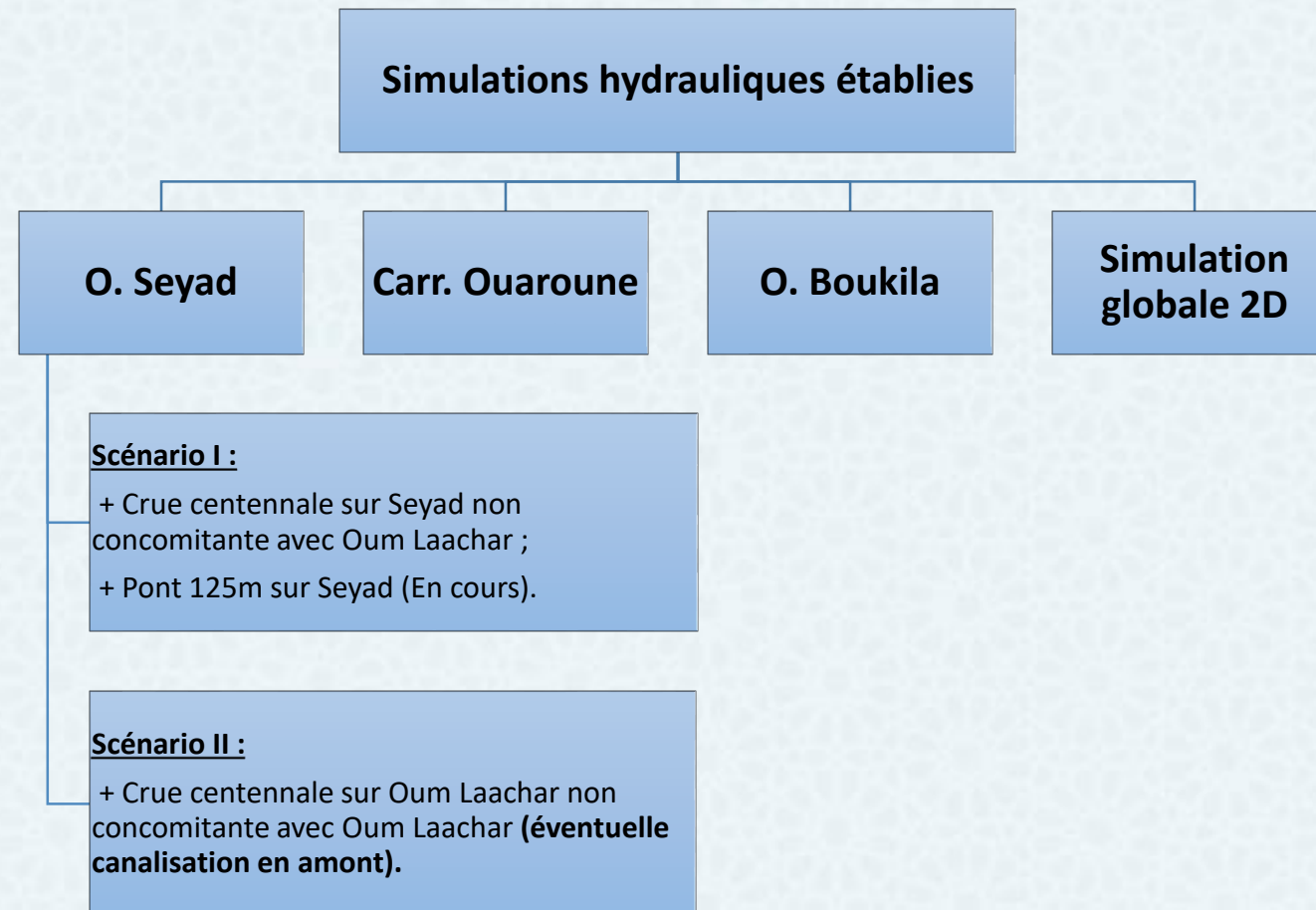
| Oued                             | Oum Lachar | Seyad | Boukila |
|----------------------------------|------------|-------|---------|
| S (km <sup>2</sup> )             | 837        | 2872  | 2159    |
| Q2014 [7]<br>(m <sup>3</sup> /s) | 1400       | 2880  | 1690    |
| Qprojet (m <sup>3</sup> /s)      | 1887       | 2948  | 2702    |
| Kp                               | 4.6        | 4.4   | 4.5     |
| Tc (min)                         | 419        | 883   | 813     |



## 4. Aspect hydraulique : synoptique des écoulements



## 4. Aspect hydraulique : simulations hydrauliques



## 4. Aspect hydraulique : simulations 2D globale

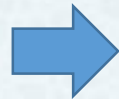
Le recours à la modélisation bidimensionnelle pour l'étude de ce tronçon de la voie express a été dicté par :

- le caractère diffus des écoulements intéressant cette section,
- la confluence entre les cours d'eau difficile à mettre en relief avec une modélisation unidimensionnelle, et qui a été détectée notamment lors l'événement de 2014,
- La topographie plate de la zone donnant lieu à des débordements important et diffus,
- le tracé fortement biais de la voie express par rapport aux écoulements traversés, engendrant des écoulement latéraux importants,

## 4. Aspect hydraulique : simulations 2D globale

Modèle numérique de terrain en état projeté

Hydrogrammes de cures centennale concomitant des trois cours d'eau



Simulation 2D pour les différents scénarios et différentes variantes de tracé

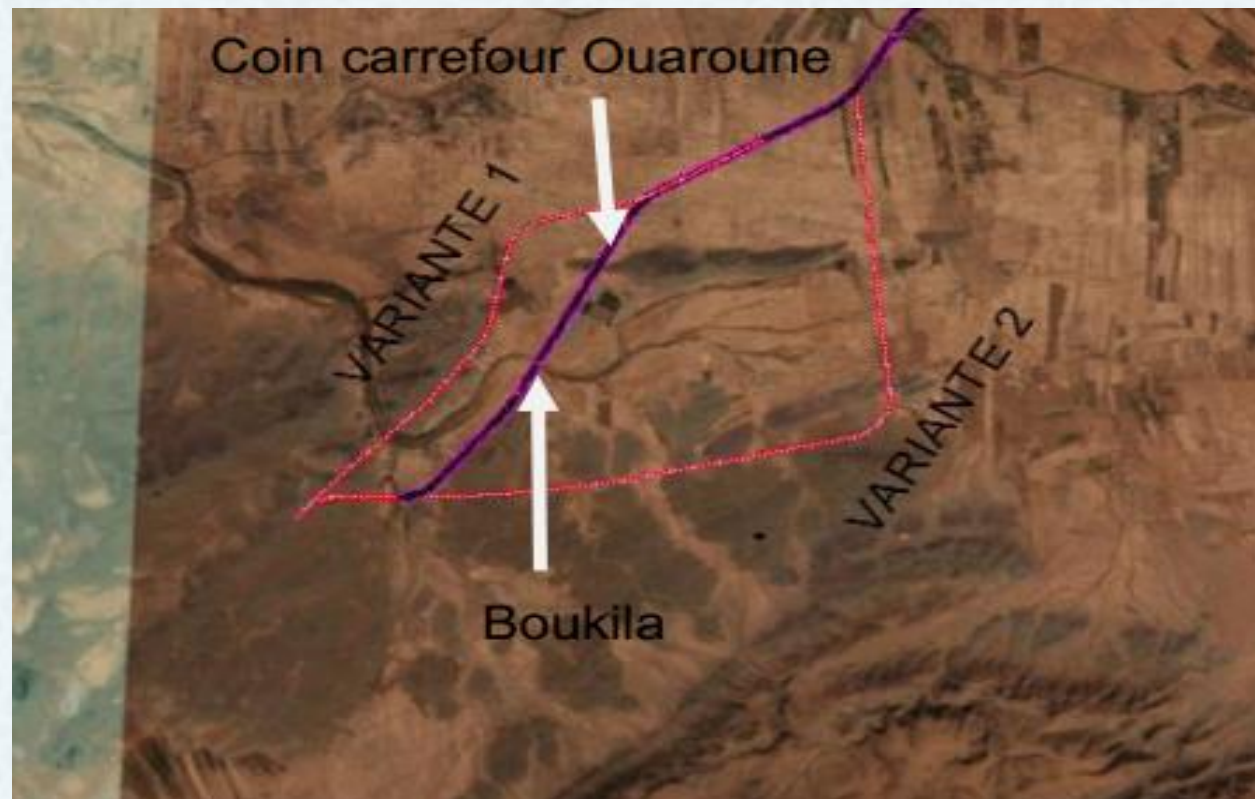


Cartographie des différents paramètres d'entrées pour les autres études : Débits, hauteurs d'eau, et vitesses

Comparaison entre les variantes de tracé et choix final

## 4. Aspect hydraulique : simulations 2D globale

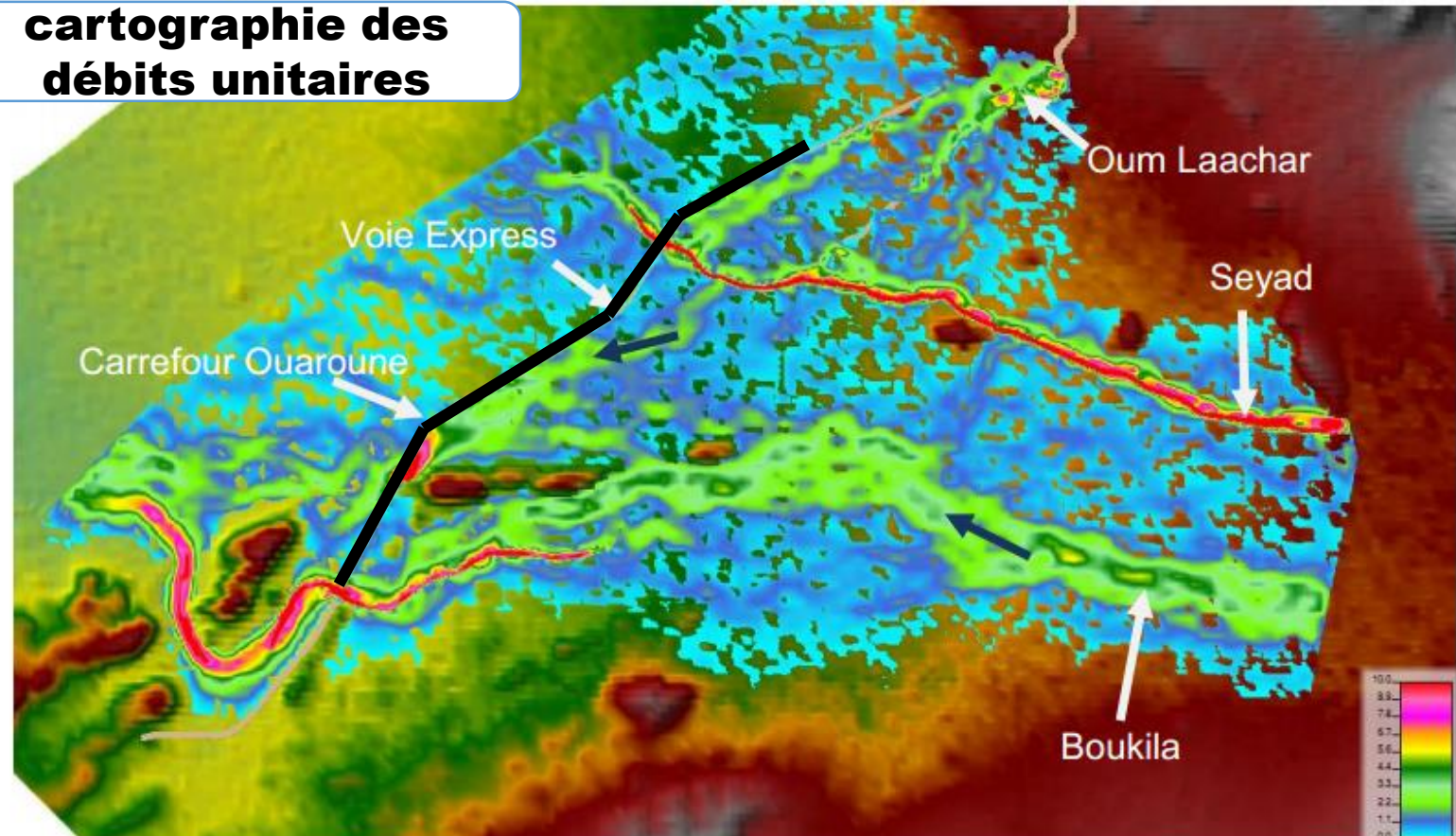
### Variantes de tracé analysées



## 4. Aspect hydraulique : Variante retenue

- mettre en évidence Les lignes de concentration des écoulement,
- repérer les points de débordement de chaque cours d'eau
- Localiser la concentration des écoulements au droit carrefour OUAROUNE,
- un écoulement latéral important longeant le voie express.
- Constituer les ossatures des modèle 1D des autres simulations hydrauliques,
- Fixer les contraintes hydraulique au niveau de chaque zone.

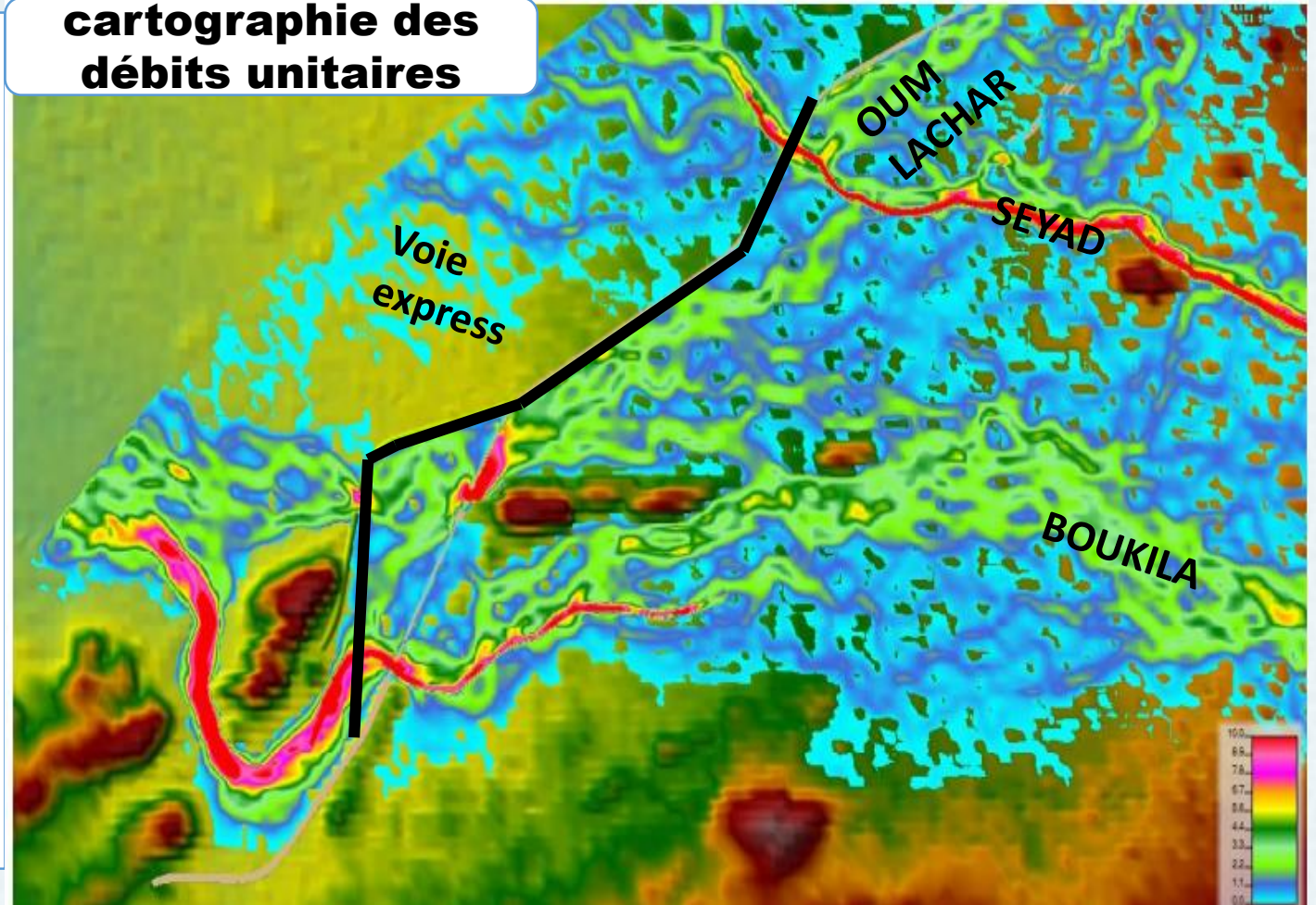
**cartographie des débits unitaires**



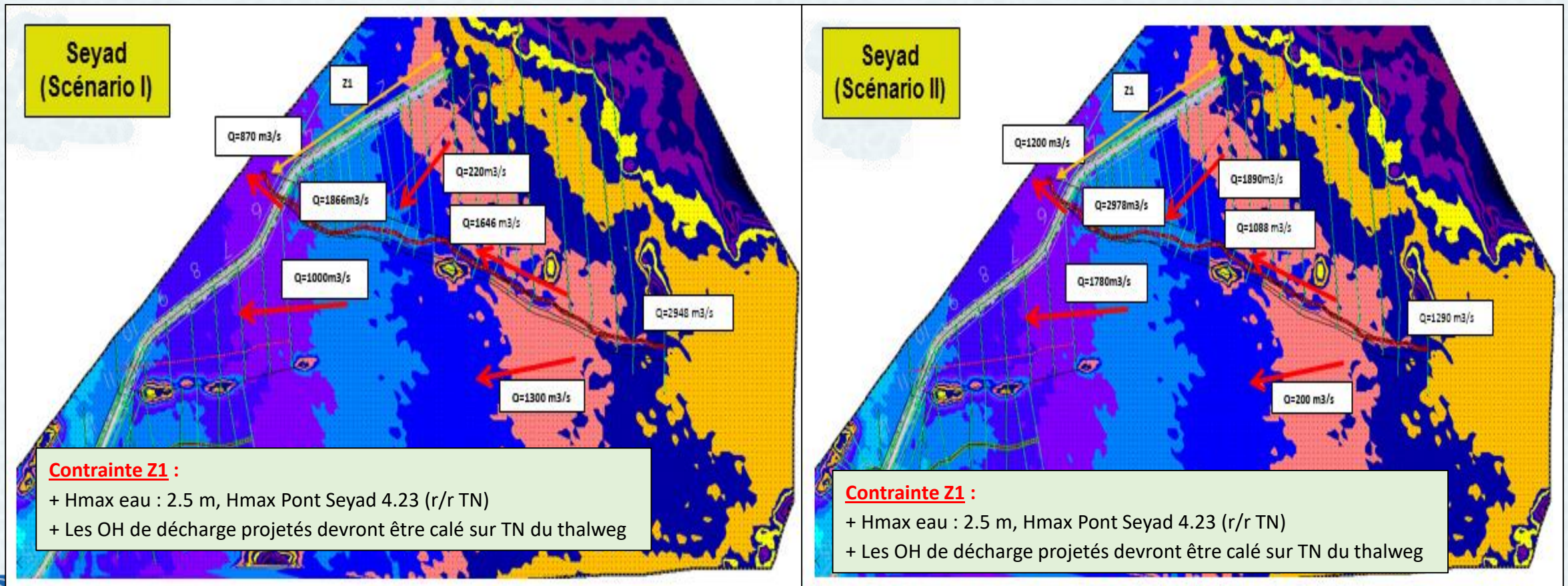
## 4. Aspect hydraulique : Variante avale

- Le tracé de la variante 1 élimine l'épandage côté nord, et concentre les écoulements au droit des ouvrages principaux.
- Les débordements vers BOUKILA, à l'aval de la voie actuelle, sont accentués et évoluent avec une vitesse maximale de l'ordre de 3m/s et des profondeurs qui varient de 1.0 à 4.0m.
- La variante 1 soulage, effectivement le coin OUAROUNE mais change la configuration des écoulements et risque d'affecter d'autres aménagement.

**cartographie des débits unitaires**



## 4. Aspect hydraulique : résultats du Modèle 1D (OA SEYAD)



# Conclusion

- ❑ Mettre en avant l'impact important du volet hydraulique dans les projet routier notamment dans son optimisation,
- ❑ De disposer d'une base d'estimation des débits pour les projet se développant dans cette région et qui doit être améliorée et alimentées,
- ❑ L'apport très intéressant des modélisation bidimensionnelle dans les zones plates et présentant des écoulement diffus.
- ❑ La nécessité d'investissement dans la collecte des données.
- ❑ Les grands projets sont une occasion pour mener des études de cette nature et permettre d'améliorer la pratique dans les différents domaines notamment celui de l'hydrologie et l'hydraulique

# Merci pour votre attention