

GOMBERT Philippe (1988) Hydrogéologie et karstogenèse du Bas-Vivarais calcaire (Ardèche, France). dans Mémoire de Doctorat "Mécanique - Génie mécanique - Génie civil", Spécialité "Science de l'eau et aménagement" (soutenu le 21 décembre 1988) ; Université des Sciences et Techniques du Languedoc (Montpellier)
[Extrait : PLAN p.3/17 - Liste des figures p.19/29 - Liste des Tableaux p.30/33 - Liste des annexes p.34]

- 3 -

PLAN

PREMIERE PARTIE PRESENTATION SYNTHETIQUE DU SECTEUR D'ETUDE.

I - L'ENVIRONNEMENT DU SITE.

A - LES ELEMENTS MORPHOLOGIQUES.

- 1 - Les reliefs.
- 2 - Les vallées.
 - 2.1. La vallée du RHONE.
 - 2.2. Le canyon de l'ARDECHE.
 - 2.3. Les principaux affluents.

B - LE RESEAU HYDROGRAPHIQUE.

- 1 - Régimes d'écoulement.
- 2 - Délimitation des bassins versants.
- 3 - Variabilité des débits.
 - 3.1. L'ARDECHE.
 - 3.2. Le ruisseau de RIMOUREN.

C - LES FACTEURS ECOLOGIQUES.

- 1 - Le climat.
 - 1.1. Températures.
 - 1.2. Précipitations.
 - 1.3. Paramètres climatiques calculés.
 - 1.3.1. Les principaux indices climatiques.

1.3.2. *Evapo-transpiration et bilan hydrique.*

2 - Les sols.

2.1. Types et séquences de sols.

2.1.1. *Sur calcaire urgonien et argiles résiduelles.*

2.1.2. *Sur calcaire tendre.*

2.1.3. *Sur matériel alluvial.*

2.1.4. *La terra rossa.*

2.2. Pédogénèse actuelle.

3 - Le couvert végétal.

4 - Les actions anthropiques.

II - LES DONNEES GEOLOGIQUES.

A - HISTOIRE LITHO-STRATIGRAPHIQUE.

1 - La série crétacé.

1.1. Le Néocomien.

1.2. Le Barrémo-Aptien à faciès urgonien.

1.2.1. *Nature.*

1.2.2. *Epaisseur.*

1.2.3. *Paléogéographie.*

1.3. Les dépôts post-urgoniens.

2 - Les dépôts tertiaires.

2.1. Le Paléogène.

2.1.1. *Le Paléocène.*

2.1.2. *L'Eocène.*

2.1.3. *L'Oligocène.*

2.2. Le Néogène.

2.2.1. *Le Miocène.*

2.2.2. *Le Pliocène.*

3 - Les témoins morphologiques quaternaires.

3.1. Les terrasses plio-quaternaires.

3.1.1. *La moyenne vallée de l'ARDECHE au sud d'AUBENAS.*

- 3.1.2. *La plaine alluviale de VALLON-FONT-D'ARC.*
- 3.1.3. *Les lambeaux de terrasses des gorges de l'ARDECHE.*
- 3.1.4. *Le RHONE et l'ARDECHE à leur confluence.*
- 3.1.5. *Discussion et conclusion.*
- 3.2. *La sédimentation en milieu karstique.* <
- 3.2.1. *La phase de dépôt des "limons rouges".*
- 3.2.2. *Les systèmes de concrétions.*
- 3.2.3. *Les formations récentes.*

B - TECTONIQUE .

1 - Généralités.

- 1.1. *Localisation structurale du BAS-VIVARAIS.*
- 1.2. *Les principales structures tectoniques.*

2 - La succession des événements orogéniques.

- 2.1. *Le début du cycle alpin.*
- 2.2. *La phase fini-crétacée.*
- 2.3. *La phase pyrénéo-provençale.*
 - 2.3.1. *Contexte structural et datation.*
 - 2.3.2. *Les structures plissées.*
 - 2.3.3. *Les structures cassantes.*
- 2.4. *La phase de distension oligo-miocène.*
 - 2.4.1. *Contexte structural et datation.*
 - 2.4.2. *Les structures cassantes.*
- 2.5. *La phase rhodanienne ou "phase alpine".*
 - 2.5.1. *Contexte structural et datation.*
 - 2.5.2. *Les structures plissées.*
 - 2.5.3. *Les structures cassantes.*
- 2.6. *Les mouvements néotectoniques.*
 - 2.6.1. *Contexte structural.*
 - 2.6.2. *Mise en évidence dans le BAS-VIVARAIS et critiques.*
 - 2.6.3. *Les structures impliquées.*

3 - Les zones structurales du plateau de SAINT-REMEZE.

- 3.1. La zone structurale 1.
 - 3.1.1. *Caractéristique.*
 - 3.1.2. *Comportement tectonique.*
- 3.2. La zone structurale 2.
 - 3.2.1. *Caractéristique.*
 - 3.2.2. *Comportement tectonique.*
- 3.3. La zone structurale 3.
 - 3.3.1. *Caractéristique.*
 - 3.3.2. *Comportement tectonique.*

4 - Le paramètre tectonique dans la karstogénèse.

C - PRINCIPAUX EVENEMENTS PALEOCLIMATIQUES.

1 - Introduction.

- 1.1. Apports de la paléoclimatologie.
- 1.2. Classification des climats actuels.

2 - Les climats du Crétacé.

3 - Les climats du Tertiaire.

- 3.1. Le Paléogène.
 - 3.1.1. *Le Paléocène.*
 - 3.1.2. *L'Eocène.*
 - 3.1.3. *L'Oligocène.*
 - 3.1.4. *Conclusions.*
- 3.2. Le Néogène.
 - 3.2.1. *Le Miocène.*
 - 3.2.2. *Le Pliocène.*
 - 3.2.3. *Conclusions.*

4 - Les climats du Quaternaire.

- 4.1. Données régionales.
 - 4.1.1. *L'EUROPE occidentale.*
 - 4.1.2. *Les sédiments océaniques.*
 - 4.1.3. *Les faunes de rongeurs de FRANCE.*

4.1.4. *Le Fléistocène d'AQUITAINE.*

4.1.5. *Le Quaternaire continental marocain.*

4.2. Le Quaternaire en ARDECHE.

4.2.1. *Les données archéologiques.*

4.2.2. *Les remplissages karstiques.*

4.2.3. *Les phénomènes pédogénétiques.*

4.2.4. *Conclusion.*

5 - Le paramètre climatique dans la karstogénèse.

5.1. Choix d'un quantificateur.

5.1.1. *La dissolution spécifique.*

5.1.2. *Le bilan géochimique.*

5.1.3. *La dissolution maximale potentielle.*

5.2. Approche climatique de la karstogénèse actuelle.

5.2.1. *Echantillonnage testé.*

5.2.2. *Corrélation avec les paramètres climatiques.*

5.2.3. *Discussion sur les résultats.*

5.2.4. *Intérêt de la dissolution maximale potentielle.*

5.3. Application aux paléoclimats.

5.3.1. *Quantification des paramètres paléoclimatiques.*

5.3.2. *Evolution de la dissolution maximale potentielle depuis le Santonien dans le sud de la FRANCE.*

5.3.3. *Conclusions.*

D - APPROCHE GEOMORPHOLOGIQUE DU BAS-VIVARAIS.

1 - Analyse du réseau hydrographique.

1.1. L'ARDECHE.

1.1.1. *La pré-ARDECHE.*

1.1.2. *La paléo-ARDECHE.*

1.1.3. *Le creusement des gorges.*

1.2. Le ruisseau de RIMOUREN.

1.3. Le ruisseau du RIEUSSEC.

- 1.4. Le ruisseau de SARDAGNE.
- 1.5. Les reculées.
- 1.6. Conclusion:
- 2 - Les surfaces d'aplanissement.
 - 2.1. Localisation.
 - 2.2. Datation.
 - 2.3. Discussion.
 - 2.3.1. Sur le nombre de surfaces.*
 - 2.3.2. Sur l'âge des surfaces.*
 - 2.3.3. Conclusions.*
 - 2.4. Les relations du karst avec les surfaces d'aplanissement.
 - 2.4.1. Localisation géographique des entrées de réseaux.*
 - 2.4.2. Répartition des entrées de réseaux par unités morphologiques.*
 - 2.4.3. Distribution altitudinale des entrées de réseaux.*
 - 2.5. Conclusion.
- 3 - Analyse sommaire du karst superficiel.
- 4 - Conclusion.

III - CONCLUSION DE LA PREMIERE PARTIE;
SYNTHESE DES GRANDES ETAPES KARSTOGENETIQUES
POST-URGONIENNES DU BAS-VIVARAIS CALCAIRE.

- A - LES FACTEURS KARSTOGENETIQUES.
- B - L'INFLUENCE DE LA TECTONIQUE.
 - 1 - Les grands évènements tectoniques.
 - 2 - Activité karstogénétique potentielle.
- C - LE ROLE DU NIVEAU DE BASE KARSTIQUE.
- D - LES SURFACES D'APLANISSEMENT.
- E - SYNTHESE DE LA PREMIERE PARTIE.

DEUXIEME PARTIE
HYDROGEOLOGIE DU PLATEAU DE SAINT-REMEZE

I - CARACTERISATION GEOCHIMIQUE DES EAUX,

A - LES DIFFERENTS TYPES D'EAUX,

- 1 - Comparaison des diagrammes semi-logarithmiques.
- 2 - Analyse en composantes principales.
 - 2.1. Résultats globaux.
 - 2.2. Le groupe des eaux karstiques "mixtes".
 - 2.3. Les cours d'eau autochtones.
 - 2.4. Les cours d'eau allochtones.

B - CLASSIFICATION ET REPARTITION SPATIALE DES
PARAMETRES HYDROGEOCHIMIQUES,

- 1 - Température.
- 2 - Conductivité.
 - 2.1. Eaux de surface et de subsurface.
 - 2.2. Eaux karstiques.
- 3 - Calcium et bicarbonates.
- 4 - Magnésium et sulfates.
 - 4.1. Le magnésium.
 - 4.2. Les sulfates.
- 5 - Potassium.
- 6 - Chlorures.
- 7 - Sodium.
- 8 - pH et Δ pH.
- 9 - $p\text{CO}_2$ équilibrante.

10 - Conclusions.

- 10.1. Signification des paramètres physico-chimiques.
- 10.2. Caractérisation des principaux types d'eaux superficielles.
- 10.3. Circulations karstiques.
 - 10.3.1. *Les eaux karstiques mixtes.*
 - 10.3.2. *Les eaux karstiques pures.*
- 10.4. Premiers éléments pour la distinction de bassins hydrogéologiques.

C - EVOLUTION DANS LE TEMPS DES PRINCIPAUX MARQUEURS PHYSICO-CHIMIQUES AUX SOURCES DE TOURNE.

- 1 - Localisation des sources de TOURNE.
- 2 - Evolution de la température et de la conductivité.
 - 2.1. Température.
 - 2.2. Conductivité.
- 3 - Résultats physico-chimiques du pompage d'essai.
 - 3.1. Température.
 - 3.2. Conductivité.
 - 3.3. Calcium et chlorures.
 - 3.4. Conclusion.
- 4 - Suivi d'un petit épisode de crue.
 - 4.1. Température.
 - 4.2. pH.
 - 4.3. Conductivité.
 - 4.4. Calcium et chlorures.
 - 4.5. Conclusion.

II - HYDRODYNAMIQUE DES SOURCES DE TOURNE,

A - RAPPEL DU CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE.

B - LIAISONS CORRELATIVES ENTRE LES DEBITS AUX DEUX PRINCIPAUX EXUTOIRES,

1 - Estimation des débits.

1.1. Au GOUL DU PONT.

1.2. Au GOUL DE LA TANNERIE.

2 - Débits moyens journaliers au GOUL DU PONT.

3 - Débits moyens mensuels aux deux exutoires.

C - PARAMETRES HYDRODYNAMIQUES DU SYSTEME KARSTIQUE,

1 - Résultats du pompage d'essai.

1.1. Résultats au forage de pompage.

1.2. Résultats aux piézomètres.

1.3. Hypothèses sur les conditions aux limites.

1.3.1. *Limite Nord.*

1.3.2. *Limite Est.*

2 - Analyse des

courbes de récession.

2.1. Formule de MAILLET.

2.2. Formule de MANGIN.

3 - Corrélogrammes des débits moyens journaliers.

4 - Résultat des opérations de traçage.

4.1. Présentation des expériences.

4.1.1. *Sur le plateau de SAINT-REMEZE.*

4.1.2. *Sur le plateau du BOIS DE RONZE.*

4.2. Rôle hydrogéologiques des structures tectoniques.

4.2.1. *La structure majeure brachy-anticlinale.*

4.2.2. *Les accidents du faisceau cévenol.*

4.2.3. Les failles N 140 à N 160.

4.2.4. Conclusion.

4.3. Superficie estimée du bassin hydrogéologique des sources de TOURNE.

D - ESSAI DE QUANTIFICATION DU BILAN HYDRIQUE DU BASSIN HYDROGEOLOGIQUE DES SOURCES DE TOURNE.

1- Formulation du bilan.

2 - Bilan des entrées.

2.1. Ruissellement.

2.2. Précipitations totales.

2.3. Précipitations efficaces.

3 - Bilan des sorties.

3.1. Volumes écoulés et pompés aux exutoires.

3.2. Réserves karstiques mobilisables.

4 - Résultats des bilans et discussion.

III - CONCLUSION DE LA DEUXIEME PARTIE.

A - RAPPEL GEOLOGIQUE.

B - MISE EN EVIDENCE D'UN EPIKARST.

C - CONDITIONS AUX LIMITES.

D - LES SOURCES DE TOURNE.

E - SUPERFICIE DU BASSIN HYDROGEOLOGIQUE DES SOURCES DE TOURNE.

TROISIEME PARTIE
KARSTOGENESE ET EVOLUTION DE QUELQUES RESEAUX
KARSTIQUES DU BAS-VIVARAIS CALCAIRE.

I - INTRODUCTION A L'ETUDE,

A - DEFINITION DES PARAMETRES CARACTERISTIQUES,

B - SYNTHESE DES GRANDES ETAPES KARSTOGENETIQUES,

- 1 - Karstification précoce intra-urgonienne.
- 2 - Karstification sénonienne.
- 3 - Karstification éocène.
- 4 - Karstification oligocène.
- 5 - Karstification miocène.
- 6 - Karstification plio-quadernaire.

C - ESSAI DE CARACTERISATION TECTONIQUE DES PHASES
KARSTOGENETIQUES,

- 1 - Structure des aquifères fissurés et karstification.
- 2 - Exemples régionaux de relations entre fracturation
et karstification.
 - 2.1. Le BAS-VIVARAIS calcaire.
 - 2.2. Le HAUT-VIDOURLE.
 - 2.3. Les CAUSSES du LOT et de l'AVEYRON.
- 3 - Calcul d'un indice tectonique.

II - APPROCHE MORPHOGENETIQUE DU KARST,

A - DECOUPAGE ET CODAGE DES GALERIES,

- 1 - Principe de continuité.
- 2 - Choix d'une méthode de codage.
- 3 - Application à un réseau karstique fictif.

B - CHOIX DES PARAMETRES MORPHOGENETIQUES.

- 1 - Paramètres mesurés.
- 2 - Paramètres calculés.
- 3 - Indice morphométrique.

C - PRESENTATION ET ANALYSE DES RESEAUX.

1 - La grotte de SAINT-MARCEL.

- 1.1. Description.
- 1.2. Analyse globale du réseau.
- 1.3. Distinction d'un réseau supérieur et inférieur.
 - 1.3.1. *Discussion sur les altitudes de réseaux.*
 - 1.3.2. *Discussion sur les directions de galeries.*
- 1.4. Datation des réseaux.
 - 1.4.1. *Réseau supérieur.*
 - 1.4.2. *Réseau inférieur.*
 - 1.4.3. *Essai de quantification des débits nécessaires.*
- 1.5. Conclusion.

2 - Les réseaux de FOUSSOUBIE.

- 2.1. Description.
- 2.2. Analyse globale des réseaux.
- 2.3. Distinction d'un réseau supérieur, moyen et inférieur.
 - 2.3.1. *Découpage altitudinal.*
 - 2.3.2. *Analyse des directions de galeries.*
- 2.4. Analyse des conditions paléoclimatiques.
 - 2.4.1. *Potentiels karstogénétiques des paléoclimats.*

2.4.2. Essai de quantification des débits nécessaires.

2.5. Chronologie du creusement des réseaux.

3 - La grotte des SABLES D'ARGENT.

3.1. Description.

3.2. Analyse du réseau.

3.3. Conclusion et datation.

4 - Le réseau du GOUL DE LA TANNERIE.

4.1. Description.

4.2. Analyse du réseau et datation proposée.

5 - La grotte de la PASCALOUNE.

5.1. Description.

5.2. Analyse du réseau.

5.3. Conclusion et datation.

6 - La perte "-33" du ruisseau de RIMOUREN.

6.1. Description.

6.2. Analyse du réseau.

6.3. Conclusion et datation.

7 - Le TROU DU SERPENT.

7.1. Description.

7.2. Analyse du réseau et datation proposée.

8 - L'aven ROCHAS.

8.1. Description.

8.2. Analyse des altitudes de réseaux et datation.

8.3. Analyse des directions de karstification.

9 - L'aven de la VIGNE-CLOSE.

9.1. Description.

9.2. Analyse des directions de karstification.

9.3. Distinction de trois réseaux étagés.

9.4. Conclusion et datation.

III - CONCLUSION DE LA TROISIEME PARTIE;
CHRONOLOGIE ET CARACTERISATION DES ETAPES DU
CREUSEMENT KARSTIQUE.

A - ADOPTION D'UNE CHRONOLOGIE RELATIVE.

- 1 - Synthèse des données altitudinales.
- 2 - Intérêt et évolution des paramètres calculés.
 - 2.1. Volume karstifié.
 - 2.3. Diamètre et indice RLH.
 - 2.4. Indices tectoniques.

B - INFLUENCE DES FLUCTUATIONS EUSTATIQUES SUR LA
KARSTIFICATION.

- 1 - La régression messinienne.
- 2 - L'ingression pliocène.
- 3 - Comparaison des vitesses de creusement fluvial
et karstique avec le taux d'érosion karstique.

CONCLUSION GENERALE
SUR LE KARST DU BAS-VIVARAIS CALCAIRE.

I - LE BAS-VIVARAIS CALCAIRE.

II - HISTOIRE GEOLOGIQUE DES CENT DERNIERS
MILLIONS D'ANNEES.

III - HYDROGEOLOGIE KARSTIQUE ACTUELLE.

A - L'EPIKARST ET LE KARST PROFOND.

B - LE BASSIN VERSANT DES SOURCES DE TOURNE.

IV - LES OUTILS DE DATATION DISPONIBLES.

A - LA DISSOLUTION MAXIMALE POTENTIELLE.

B - LES RELATIONS DU KARST AVEC LA FRACTURATION.

C - LE ROLE DES SURFACES D'APLANISSEMENT.

D - LA CORRELATION AVEC LES TERRASSES ALLUVIALES.

V - LES PRINCIPALES PHASES DE KARSTIFICATION
MISES EN EVIDENCE.

VI - LE MILIEU KARSTIQUE A TRAVERS L'EXEMPLE DU
BAS-VIVARAIS.

LISTE DES FIGURES

- 1 - Localisation géographique du BAS-VIVARAIS calcaire.
 - a - Le département de l'ARDECHE.
 - b - Le BAS-VIVARAIS et le secteur d'étude.

- 2 - Carte hypsométrique du BAS-VIVARAIS calcaire.

- 3 - Le réseau hydrographique du BAS-VIVARAIS calcaire.

- 4 - Pertes et alimentations du ruisseau de RIMOUREN-LA CONCHE et de ses affluents.

- 5 - Topographie et chaînes de sols.
 - a - Séquence sur calcaire urgonien et terra rossa.
 - b - Séquence sur marno-calcaires.

- 6 - Schéma géologique du BAS-VIVARAIS.

- 7 - Le Néocomien dans le forage profond DP1 de VALLON-PONT-D'ARC.

- 8 - Logs stratigraphiques des coupes de référence du plateau de SAINT-REMEZE.

- 9 - Extension maximale de la plate-forme urgonienne ardéchoise au Bédoulien.

- 10 - Essai d'application du modèle DORAG au niveau dolomitique de la DENT DE REZ.

- 11 - Interprétation paléogéographique de la bordure nord-ouest de la plate-forme urgonienne ardéchoise.

- 12 - Structures vésiculeuses (keystone-vugs) dans un sédiment bioclastique.
 - a - Urgonien de PROVENCE.
 - b - Urgonien d'ARDECHE.

- 13 - Le Pliocène dans le sondage DP1 de PIERRELATTE.

- 14 - Le réseau hydrographique rhodanien pré-pliocène.

- 15 - Le bassin de PIERRELATTE.

- 16 - Evolution du profil en long de l'ARDECHE au Plio-Quaternaire.

- 17 - Niveaux de terrasses de la moyenne vallée du RHONE.

- 18 - Bloc-diagramme des terrasses rhodaniennes autour de BOURG-SAINT-ANDEOL.

- 19 - La surface alluviale villafranchienne dans la moyenne vallée du RHONE.

- 20 - Les remplissages successifs de la grotte de SAINT-MARCEL.
 - a - Schéma synthétique.
 - b - Comparaison minéralogique des sols rouges post-villafranchiens et des remplissages karstiques.

- 21 - Schéma tectonique du BAS-VIVARAIS calcaire.

- 22 - Coupes sériées à travers le plateau de SAINT-REMEZE.

- 23 - Représentation schématique de l'évolution de la fracturation du BAS-VIVARAIS lors des diverses phases tectoniques.

- 24 - La subsidence dans le BAS-VIVARAIS à l'Oligo-Miocène.

- 25 - Les grandes zones structurales du BAS-VIVARAIS.

- 26 - Influence du jeu ou du rejeu des fractures sur la karstification.
- 27 - Directions de karstification des réseaux du BAS-VIVARAIS calcaire.
 - a - Réseau supérieur de la grotte de SAINT-MARCEL.
 - b - Réseau du GOUL DE LA TANNERIE (BOURG-SAINT-ANDEOL).
- 28 - Les paléo-températures du Crétacé marin d'EUROPE.
- 29 - Les paléo-températures moyennes annuelles au Tertiaire.
- 30 - Synthèse paléoclimatologique du Plio-Quaternaire.
- 31 - Evolution synthétique des conditions paléoclimatiques dans le sud de l'ARDECHE au Quaternaire.
- 32 - Durée respective des principales tendances climatiques du Quaternaire en ARDECHE.
- 33 - Taux bruts de dissolution spécifique actuelle dans les karsts du sud méditerranéen français.
- 34 - La dissolution karstique en fonction de la pluviosité dans le monde.
- 35 - Les principaux agents de corrosion contribuant à l'érosion karstique des calcaires.
 - a - Répartition globale dans le monde.
 - b - Répartition détaillée par zones climatiques.
- 36 - Gamme de $p\text{CO}_2$ des sols des principales régions karstiques de FRANCE.
- 37 - la courbe de TILLMANS à la température de 10 °C.

- 38 - Distribution de la dissolution maximale potentielle en fonction de l'indice d'aridité.
- 39 - Evolution de la dissolution maximale potentielle au cours des temps géologiques.
- 40 - L'ARDECHE actuelle et la pré-ARDECHE.
- 41 - Analyse du profil en long du ruisseau de RIMOUREN.
a - Le profil en long et ses principaux ressauts.
b - Hypothèse d'un creusement en trois cycles.
c - Hypothèse d'un creusement en deux cycles.
- 42 - Les vallées sèches de FOUSSOUBIE et du RIEUSSEC.
- 43 - Les réseaux des sources de TOURNE vus en coupe.
- 44 - Hypothèses de creusement et d'ouverture des réseaux des sources de TOURNE.
a - Quaternaire ancien ou moyen.
b - Actuel.
- 45 - Profil en long du ruisseau de SARDAGNE.
- 46 - Relations des cours d'eau de la bordure rhodanienne avec la tectonique.
- 47 - Série de profils topographiques à travers le plateau de SAINT-REMEZE.
- 48 - Les relations de la haute surface d'aplanissement avec la structure géologique au niveau de l'anticlinal de SAINT-VINCENT-DE-GRAS.
- 49 - Cartographie des surfaces d'aplanissement et des phénomènes karstiques du BAS-VIVARAIS calcaire.

- 50 - Coupe interprétative du réseau de FOUSSOUBIE.
- 51 - Cadre géographique des réseaux de la région d'ORGNAC.
- 52 - Répartition altitudinale des entrées de réseaux.
- 53 - Tracé schématique du cours actuel de l'ARDECHE dans la traversée des gorges.
- 54 - Répartition des entrées de réseaux par tranche de 2 km de part et d'autre de l'axe de l'ARDECHE.
- 55 - Distribution des entrées de réseaux en fonction de leur altitude et de leur distance à l'ARDECHE (rives droite et gauche confondues).
- 56 - Localisation des points d'eau échantillonnés.
- 57 - Diagrammes d'analyses semi-logarithmiques des principales familles d'eaux du plateau de SAINT-REMEZE (prélèvements de mars-avril 1984).
- 58 - Analyse en composantes principales de la géochimie des eaux prélevées en mars-avril 1984 (plan factoriel I-II).
- 59 - Répartition des températures.
- 60 - Répartition des conductivités.
- 61 - Répartition du calcium.
- 62 - Répartition des bicarbonates.
- 63 - Répartition du magnésium.

64 - Répartition des sulfates.

65 - Répartition du potassium.

66 - Répartition des chlorures.

67 - Répartition du sodium.

68 - Répartition du pH.

69 - Répartition du Δ pH.

70 - Répartition de la $p\text{CO}_2$ équilibrante.

71 - Résultats des jaugeages différentiels d'août 1983.

72 - Mesures de température et de conductivité au GOUL DE LA TANNERIE et contexte climatique.

73 - Histogrammes de fréquence des conductivités aux sources de TOURNE et au forage SR1-84.

a - A l'échelle d'un cycle hydrologique moyen.

b - Au forage SR1-84 pendant le pompage d'essai.

c - Au GOUL DE LA TANNERIE lors de la crue du 5 au 8 avril 1985.

d - Au GOUL DU PONT lors de la crue du 5 au 8 avril 1985.

74 - Paramètres physico-chimiques mesurés lors du pompage d'essai de septembre 1984 au forage SR1-84.

75 - Evolution des paramètres physico-chimiques des eaux au cours de la crue des 6 et 7 avril 1985.

76 - Evolution du débit moyen journalier au GOUL DU PONT d'avril 1983 à septembre 1984.

77 - Courbe approximative de tarage du GOUL DE LA TANNERIE.

78 - Courbe moyenne des débits classés au GOUL DU PONT (1983-1985).

79 - Relations entre les débits aux deux exutoires de TOURNE.

80 - Plan de situation du forage SR1-84 et des piézomètres suivis lors du pompage d'essai de septembre 1984.

81 - Rabattements à la descente dans le forage SR1-84.

a - En coordonnées arithmétiques.

b - En coordonnées semi-logarithmiques.

c - Courbe caractéristique après 6 heures de pompage.

82 - Observations sur les piézomètres éloignés.

83 - Rabattements à la descente dans les forages F5 et LAFFONT.

84 - Limites probables du bassin hydrogéologique des sources de TOURNE en bordure du RHONE et de l'ARDECHE.

85 - Hydrogramme de crue du 07.06.84 au GOUL DU PONT et interprétation du tarissement par la formule de MAILLET.

86 - Evolution du volume dynamique écoulé pendant l'étiage en fonction du temps.

87 - Interprétation des décrues observées aux sources de TOURNE par la méthode de MANGIN.

88 - Classification des systèmes karstiques selon la nomenclature de MANGIN.

- 89 - Corrélogramme des débits moyens journaliers au GOUL DU PONT d'avril 1983 à août 1985.
- 90 - Synthèse des opérations de traçage sur le plateau de SAINT-REMEZE.
- 91 - Courbes de restitution de la fluorescéine aux sources de TOURNE lors du traçage du réseau souterrain de la PASCALOUNE le 23.06.84.
- 92 - Les expériences de traçage sur le plateau de SAINT-REMEZE dans leur contexte géologique.
- 93 - Eléments pour le calcul de la lame d'eau précipitée sur le bassin hydrogéologique des sources de TOURNE.
- 94 - Débit moyen au GOUL DU PONT en fonction des précipitations.
- 95 - Bloc-diagramme schématique du bassin hydrogéologique des sources de TOURNE.
- 96 - Bilan hydrologique annuel aux sources de TOURNE.
a - Cycle 1983-84.
b - Cycle 1984-85.
- 97 - Fondements géologiques du bassin hydrogéologique des sources de TOURNE.
- 98 - Géographie du bassin hydrogéologique des sources de TOURNE.
- 99 - Zones de vulnérabilité du bassin hydrogéologique des sources de TOURNE.
- 100 - Exemple d'application du principe de continuité.

- 101 - Configuration de codage d'un réseau.
 - a - Réseau hydrographique du modèle RERAM.
 - b - Codage d'un réseau hydrographique.
 - c - Plan du réseau karstique fictif.
 - d - Schéma directeur de codage du réseau karstique fictif.

- 102 - Plan de situation des réseaux étudiés.

- 103 - Plan et coupe de la grotte de SAINT-MARCEL.

- 104 - Répartition directionnelle des dimensions de galeries de SAINT-MARCEL.

- 105 - Répartition altitudinale des galeries de SAINT-MARCEL.

- 106 - Développement comparé des réseaux supérieur et inférieur de SAINT-MARCEL.

- 107 - Plans et coupes des réseaux de FOUSSOUBIE.

- 108 - Répartition directionnelle des dimensions de galeries de FOUSSOUBIE.

- 109 - Répartition altitudinale des galeries de FOUSSOUBIE.

- 110 - Développement comparé des réseaux supérieur, moyen et inférieur de FOUSSOUBIE.

- 111 - Plan et coupe de la grotte des SABLES D'ARGENT.

- 112 - Répartition directionnelle des dimensions de galeries des SABLES D'ARGENT.

- 113 - Répartition altitudinale des galeries des SABLES D'ARGENT.

- 114 - Développement comparé des réseaux supérieur et inférieur des SABLES D'ARGENT.
- 115 - Plan et coupe du GOUL DE LA TANNERIE.
- 116 - Répartition directionnelle des dimensions de galeries du GOUL DE LA TANNERIE.
- 117 - Répartition altitudinale des galeries du GOUL DE LA TANNERIE.
- 118 - Plan et coupe de la grotte de la PASCALOUNE.
- 119 - Répartition altitudinale des galeries de PASCALOUNE.
- 120 - Répartition directionnelle des dimensions de galeries de PASCALOUNE.
- 121 - Développement comparé des réseaux supérieur, moyen-haut, moyen-bas et inférieur de PASCALOUNE.
- 122 - Plan et coupe du réseau "-33".
- 123 - Répartition directionnelle des dimensions de galeries du réseau "-33".
- 124 - Répartition altitudinale des galeries du réseau "-33".
- 125 - Plan et coupe du TROU DU SERPENT.
- 126 - Répartition directionnelle des dimensions de galeries du TROU DU SERPENT.
- 127 - Répartition altitudinale des galeries du TROU DU SERPENT.
- 128 - Développement comparé des réseaux supérieur, moyen et inférieur du TROU DU SERPENT.

129 - Plan et coupe de l'aven ROCHAS.

130 - Répartition altitudinale des galeries de l'aven ROCHAS.

131 - Répartition directionnelle des dimensions de galeries de l'aven ROCHAS.

132 - Développement comparé des réseaux supérieur, moyen-haut, moyen-bas et inférieur de l'aven ROCHAS.

133 - Plan et coupe de l'aven de la VIGNE-CLOSE.

134 - Répartition directionnelle des dimensions de galeries de l'aven de la VIGNE-CLOSE.

135 - Répartition altitudinale des galeries de l'aven de la VIGNE-CLOSE.

136 - Importance relative des paliers de creusement karstique du BAS-VIVARAIS calcaire.

137 - Le creusement du canyon de l'ARDECHE et des réseaux karstiques associés en fonction de l'épaisseur théorique de calcaire dissout.

LISTE DES TABLEAUX

- I - Données géographiques sur le BAS-VIVARAIS calcaire.

- II - Calcul des principaux indices climatiques sur le secteur d'étude.

- III - Organisation de la plate-forme urgonienne ardéchoise.

- IV - Essai d'évaluation de l'épaisseur des matériaux nécessaires à la genèse des sols sur les principaux niveaux de terrasses rhodaniennes.

- V - Gammes d'altitude des témoins géomorphologiques plio-quadernaires de la vallée de l'ARDECHE.
 - a - Altitudes absolues.
 - b - Altitudes relatives.

- VI - Comportement des principales familles de fractures dans chaque zone structurale au cours des trois phases tectoniques du BAS-VIVARAIS.
 - a - Orientation des fractures à jeu ou à rejeu constant.
 - b - Orientation des fractures à jeu ou à rejeu spécifique.

- VII - La classification de KOPPEN.

- VIII - Caractéristiques moyennes des climats mondiaux.

- IX - Les paramètres paléoclimatiques d'EUROPE centrale au Tertiaire.

- X - Corrélations climato-stratigraphiques entre l'EUROPE du Nord et la les zones polliniques de MEDITERRANEE nord-occidentale au Plio-Pleistocène.

- XI - L'AQUITAINE au Pléistocène.

XII - Corrélations des dépôts continentaux marocains avec les formations glaciaires européennes.

XIII - Paléoclimatologie du Quaternaire d'ARDECHE d'après l'étude des gisements préhistoriques.

XIV - Incertitudes relatives sur les calculs de dissolution spécifique d'après la formule de P.W. WILLIAMS.

XV - Pressions partielles en CO₂ des sols de régions carbonatées.

XVI - Données nécessaires au calcul des constantes de l'équilibre calco-carbonique.

XVII - Comparaison de quelques valeurs de dissolution maximale potentielle et de dissolution spécifique dans le MIDI méditerranéen français.

XVIII - Essai de corrélation de la dissolution maximale potentielle avec les paramètres climatiques.

XIX - Exemples de valeurs de dissolution maximale potentielle pour un même indice d'aridité sous différents climats.

XX - Valeurs moyennes de l'indice d'aridité et de la dissolution maximale potentielle pour les grands types climatiques et paléoclimatiques.

a - Valeurs moyennes de l'indice d'aridité pour les climats actuels.

b - Indice d'aridité et dissolution maximale potentielle correspondante pour les conditions paléoclimatiques rencontrées.

XXI - Répartition des phénomènes karstiques hypogés (PKH) dans le BAS-VIVARAIS calcaire.

a - Nombre total de PKH.

b - Superficie des différentes unités morphologiques.

c - Densité de PKH.

XXII - Répartition des dolines dans le BAS-VIVARAIS calcaire.

XXIII - Comparaison des indices de karstification de différentes régions du sud de la FRANCE.

XXIV - Les grandes périodes tectoniques du BAS-VIVARAIS depuis le Santonien et leur influence probable sur la karstogénèse.

XXV - Synthèse des principales étapes karstogénétiques dans le BAS-VIVARAIS calcaire.

XXVI - Liste et altitude des points d'eau échantillonnés sur le plateau de SAINT-REMEZE.

XXVII - Principaux paramètres de la distribution de fréquence des eaux karstiques en fonction de l'élément physico-chimique considéré.

XXVIII - Composition chimique théorique des eaux karstiques mixtes (en mélange 1/1 avec les eaux de l'ARDECHE) et comparaison avec la source de RICHEMALE.

XXIX - Température moyenne atmosphérique au cours du pompage d'essai de septembre 1984.

XXX - Hypothèses sur les temps de transit au forage des eaux météoriques au cours du pompage d'essai.

XXXI - Précipitations du 5 au 8 avril 1985.

XXXII - Résultats du pompage de septembre 1984 d'après la méthode de JACOB.

XXXIII - Analyse des courbes de récession aux sources de TOURNE de 1983 à 1985 par la méthode de MAILLET.

XXXIII - Analyse des courbes de récession aux sources de TOURNE de 1983 à 1985 par la méthode de MAILLET.

XXXIV - Calcul des paramètres de la formule de MANGIN pour plusieurs crues.

XXXV - Résultats des opérations récentes de traçage en rive gauche de l'ARDECHE.

XXXVI - Lieux de pose et fréquences de prélèvement des fluocapteurs lors de la coloration du ruisseau d'IMBOURG.

XXXVII - Variation de la valeur des précipitations efficaces en fonction de la réserve utile à BOURG-SAINT-ANDEOL et LARNAS.

XXXVIII - Bilan des entrées et sorties du bassin hydrogéologique des sources de TOURNE au cours des cycles 1983-84 (a) et 1984-85 (b).

XXXIX - Présentation des réseaux karstiques étudiés.

XL - Découpage et caractéristiques des réseaux étudiés.

XLI - Altitude et développement des paliers de creusement karstique.

XLII - Éléments de datation des paliers de creusement karstique du BAS-VIVARAIS.

XLIII - Synthèse altitudinale des paliers de creusement karstique du BAS-VIVARAIS.

XLIV - Estimation de l'importance des creusements à partir des données des réseaux karstiques et du canyon.

LISTE DES ANNEXES

I.1. Températures mensuelles moyennes.

I.2. Précipitations mensuelles et moyennes.

I.3. Bilan hydrique par la méthode de THORNTHWAITE.

I.4. Paramètres climatiques moyens annuels et dissolution maximale potentielle dans 176 stations météorologiques mondiales.

I.5. Paramètres de calcul de la DMP au cours des âges.

II.1. Analyses d'eaux du plateau de SAINT-REMEZE.

II.2. Températures instantanées aux sources de TOURNE.

II.3. Mesures de conductivité aux sources de TOURNE.

II.4. Analyses et mesures physico-chimiques in situ lors du pompage d'essai de septembre 1984.

Débit et paramètres physico-chimiques aux sources de TOURNE lors de la crue du 4 au 8 avril 1985:

II.5. AU GOUL DU PONT.

II.6. AU GOUL D LA TANNERIE.

II.7. Débits classés au GOUL DU PONT de 1983 à 1985.

III.1. Classement directionnel des réseaux.

III.2. Classement altitudinal des réseaux.